

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ALAN DUARTE DOS SANTOS
CARLOS ALVES DE MIRANDA
JÉSSICA DAIANE GRONOVICZ
JULI RODRIGUES DA SILVA

PIA ROBOT
CONCEPÇÃO DE UM ROBÔ EMBARCADO USANDO WEB E ARDUÍNO

CURITIBA

2013

ALAN DUARTE DOS SANTOS
CARLOS ALVES DE MIRANDA

JÉSSICA GRONOVICZ
JULI RODRIGUES DA SILVA

PIA ROBOT
CONCEPÇÃO DE UM ROBÔ EMBARCADO USANDO WEB E ARDUÍNO

Trabalho de conclusão do curso Superior
em Tecnologia em Análise e
Desenvolvimento de Sistemas,
Universidade Federal do Paraná, Curitiba -
PR. Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio
Pereira Neves. Coorientadora: M^a Marjori
Naiele Mocelin Klinczak.

CURITIBA

2013

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a Deus, por sempre nos dar força e fé e por acreditar em nós, mesmo nos momentos que perdíamos todas as esperanças.

Aos nossos pais, amigos e familiares que sempre estiveram conosco nos dando apoio e força em todos os momentos. Peças fundamentais que fizeram de nós, tudo que somos hoje.

Ao orientador Prof. Dr. Luiz Antônio Pereira Neves pelo auxílio, paciência, persistência, dedicação e vontade de querer nos tornar pessoas melhores.

Às coorientadoras, Terumi Kamada e Marjori Naiele Mocelin Klinczak, pela orientação, apoio, rigor e encorajamento.

Aos nossos colegas Tauan Antunes Polak e Jhonys Oliveira, pela constante ajuda no projeto.

E por fim, a todos que nos ajudaram de forma direta ou indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

"O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis."

José de Alencar

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - NAO ROBÔ DESENVOLVIDO PELA ALDEBARAN ROBOTICS.....	21
FIGURA 2 - ROBÔ AUTÔNOMO DETECTOR DE OBSTÁCULOS	22
FIGURA 3 - GIRAFF EM AÇÃO	23
FIGURA 4 - TELEROBOT EM AÇÃO	24
FIGURA 5 - PARO, THE SEAL ROBOT	25
FIGURA 6 - OS JETSONS COM A EMPREGADA ROBÔ ROSE.....	27
FIGURA 7 - PETMAN - SIMULADOR HUMANO	28
FIGURA 8 – CHEETAH - O ROBÔ MAIS VELOZ DA HISTÓRIA (2012).....	29
FIGURA 9 - SIMULAÇÃO DO ROBÔ CURIOSITY EM MARTE	30
FIGURA 10 - ASIMO - ROBÔ HUMANOÍDE DA HONDA.....	32
FIGURA 11 - PR2 COLOCANDO AS LOUÇAS NA LAVA-LOUÇAS	33
FIGURA 12 - ROBÔS INDUSTRIAIS NA FABRICAÇÃO DE CARROS.....	34
FIGURA 13 – TIMELINE EVOLUÇÃO DA ROBÓTICA.....	34
FIGURA 14 - SERB, ROBÔ COM ARDUÍNO.....	36
FIGURA 15 – MICROCONTROLADOR ARDUINO.....	38
FIGURA 16 - ORGANOGRAMA DOS MÓDULOS DO PROJETO PIA ROBOT	50
FIGURA 17 - FASES DA CONSTRUÇÃO DO ROBÔ.....	51
FIGURA 18 - ARQUITETURA DE COMUNICAÇÃO DO PIA ROBOT	52
FIGURA 19 - TELA PRINCIPAL DO SISTEMA WEB PIA ROBOT MANAGER	54
FIGURA 20 - MICROCONTROLADOR ARDUÍNO COM O WISHIELD ("CÉREBRO" DO PIA ROBOT)	56
FIGURA 21 - HC-SR04 DISPOSITIVO ULTRASÔNICO PARA DETECÇÃO DE OBSTÁCULOS.....	57
FIGURA 22 - DEMONSTRAÇÃO DO SINAL ULTRASÔNICO.....	57
FIGURA 23 - FLUXOGRAMA DA ATUAÇÃO DOS ULTRASÔNICOS	58
FIGURA 24 – DIAGRAMA DE COMPONENTES ELETRÔNICOS PIA ROBOT	60
FIGURA 25 – MOTOROLA – CÂMERA INTEGRADA FRONTAL.....	61
FIGURA 26 – OLHOS DO PIA ROBOT - CELULAR.....	61
FIGURA 27 – BASE DO PIA ROBOT	62
FIGURA 28 – BASE VISTA LATERALMENTE.....	62
FIGURA 29 – VISÃO LATERAL PIA ROBOT.....	64
FIGURA 30 – FRENTE, LADO, CIMA PIA ROBOT	64

FIGURA 31 – FASE 1 CONSTRUÇÃO PIA ROBOT	65
FIGURA 32 – FASE 2 CONSTRUÇÃO PIA ROBOT	65
FIGURA 33 – PIA ROBOT FINALIZADO	66
FIGURA 34 – DIAGRAMA DE CASOS DE USO PIA ROBOT MANAGER	68
FIGURA 35 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA TELA DE LOGIN DO PIA ROBOT MANAGER	84
FIGURA 36 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA TELA CADASTRO DE ROBO	85
FIGURA 37 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA TELA CADASTRAR USUARIOS	86
FIGURA 38 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA TELA CONTROLE DO ROBO	87
FIGURA 39 – DIAGRAMA DE ATIVIDADES PIA ROBOT	88
FIGURA 40 – DIAGRAMA DE CLASSES PIA ROBOT	89
FIGURA 41 – DIAGRAMA ENTIDADE-RELACIONAMENTO PIA ROBOT	90
FIGURA 42 – WBS DO PROJETO PIA ROBOT	91
FIGURA 43 – PLANO DE ATIVIDADES DO PROJETO PIA ROBOT	92
FIGURA 44 – GRAFICO GANTT DO PROJETO PIA ROBOT	93
FIGURA 45 – TELAS DOS MODULOS DO SISTEMA WEB	95
FIGURA 46 – PAGINA INICIAL DO PIA ROBOT MANAGER	96
FIGURA 47 – CADASTRO DE USUARIOS	97
FIGURA 48 – TELA DE AUTENTICAÇÃO DO USUÁRIO	98
FIGURA 49 – TELA PRINCIPAL DO ADMINISTRADOR	99
FIGURA 50 – TELA PRINCIPAL DO SISTEMA DE CONTROLE DO ROBO	100
FIGURA 51 – PESQUISA DE USUARIOS NO BANCO DE DADOS	101
FIGURA 52 – SEQUENCIA COMPORTAMENTO PIA ROBOT	104
FIGURA 53 – COMPORTAMENTO AUTÔNOMO PIA ROBOT	104

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - COMPARATIVO ENTRE ROBÔS.....	35
QUADRO 2 - COMPONENTES UTILIZADOS - ORÇAMENTO.....	41
QUADRO 3 - MARCOS DO PROJETO	46
QUADRO 4 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – CADASTRAR USUARIO COMUM.....	68
QUADRO 5 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO –LOGIN	69
QUADRO 6 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – LOGOUT	70
QUADRO 7 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – LISTAR SEUS ROBÔS	70
QUADRO 8 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – CONTROLAR SEUS ROBÔS	71
QUADRO 9 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – ALTERAR DADOS CADASTRAIS	72
QUADRO 10 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – CADASTRO COMPONENTE.....	73
QUADRO 11 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – CADASTRAR ROBÔ.....	73
QUADRO 12 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – EDITA COMPONENTE.....	74
QUADRO 13 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – EDITA USUÁRIO.....	75
QUADRO 14 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – EDITA ROBÔ	76
QUADRO 15 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – DELETA ROBÔ	77
QUADRO 16 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – DELETA USUÁRIO	78
QUADRO 17 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – DELETA COMPONENTE.....	78
QUADRO 18 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – LISTA USUÁRIO	79
QUADRO 19 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – LISTA COMPONENTES	80
QUADRO 20 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – LISTA ROBÔS.....	80
QUADRO 21 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – REMOVER ITEM ROBÔ.....	81
QUADRO 22 – ESPECIFICAÇÃO DE CASOS DE USO – ATRIBUIR COMPONENTES AO ROBÔ.....	82
QUADRO 23 – PLANO DE COMUNICAÇÃO	94
QUADRO 24 – RESULTADO DA VALIDAÇÃO DO ROBÔ PIA ROBOT	105

QUADRO 25 – AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO SISTEMA PIA ROBOT MANAGER	106
QUADRO 26 – AVALIAÇÃO DE LEGIBILIDADE DO SISTEMA PIA ROBOT MANAGER	107
QUADRO 27 – AVALIAÇÃO DE FUNCIONALIDADE DO SISTEMA PIA ROBOT MANAGER	107
QUADRO 28 – AVALIAÇÃO DE INTERFACES DO SISTEMA PIA ROBOT MANAGER	108
QUADRO 29 – RESULTADO PROCESSO DE TESTES INTEGRAÇÃO ROBÔ - SISTEMA	109

LISTA DE SIGLAS

LED	- Diodo Emissor de Luz
I/O	- Entrada/Saída
CEO	- Diretor Executivo
NASA	- Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica
EUA	- Estados Unidos da América
PDA	- Assistente Pessoal Digital
ROM	- Memória Somente de Leitura
PC	- Computador Pessoal
DB	- Banco de Dados
IDE	- Condutor Eletrônico Integrado
DER	- Diagrama Entidade - Relacionamento
HTML	- Hypertext Markup Language
IHC	- Interfaces Humano-Computador
PHP	- Hypertext Preprocessor
PWM	- Modulação de Largura de Pulso
USB	- Universal Serial Bus
IP	- Internet Protocol
WBS	- Work Breakdown Structure
RAM	- Random Access Memory
SQL	- Structured Query Language
TI	- Tecnologia da Informação
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
UML	- Unified Modeling Language
XML	- Extensible Markup Language

LISTA DE SÍMBOLOS

MB	- Megabyte
GB	- gigabyte
GHz	- gigahertz
MHz	- megahertz

RESUMO

Robótica é uma área que envolve muitas linhas de conhecimento, tais como engenharia, psicologia, biologia, sistemas de informação, entre outras. Este projeto surgiu da ideia de explorar o conhecimento da área de Desenvolvimento de Sistemas para criar um robô com as funcionalidades principais de movimentação e controle via sistema web, exibindo o vídeo do ambiente, por monitoramento em tempo real. O objetivo deste projeto é auxiliar os responsáveis nos cuidados de crianças e idosos em suas residências, a longa distância. A metodologia consiste em unir programação embarcada, usando Arduino, com aplicação web. Este projeto possui dois produtos finais, sendo os mesmos divididos em módulos, o robô PIA Robot é dividido em módulos autônomo e módulo controlável via sistema web PIA Robot Manager. O sistema web PIA Robot Manager é dividido em três módulos: cadastros, gerenciamento de usuários e controle do robô.

Palavras chaves: Robótica, Robô, Monitoramento web, Arduino, Stream de vídeo, Smartphone, Android

ABSTRACT

Robotics is an area that involves many lines of knowledge, for example engineer, physiology, biology, information systems, and so on. This project was created to explore the knowledge of information systems to create a robot with some main functionalities of movement and to be controlled over a web system; in real time the video from a cell phone is streamed to the web system. The goal of this project is to help people to take care of children and elderly people from anywhere over the internet using the web system and the robot. The methodology was created to put together embedded programming, using the microcontroller Arduino and a web system. This project has two final products, and they are the following: the PIA Robot that is divided in modules autonomous and controlled over the web system that was developed. The web system PIA Robot Manager is divided in three modules, and they are the following: registers, management of users and the control of the robot.

Keywords: Robotics, Robot, Web monitoring, Arduino, Stream of video, Smartphone, Android

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	Erro! Indicador não definido.
1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	Erro! Indicador não definido.
1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO	Erro! Indicador não definido.
1.3. OBJETIVOS	Erro! Indicador não definido.
1.3.1. Objetivo geral	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	Erro! Indicador não definido.
1.4. PROBLEMATIZAÇÃO	17
1.5. JUSTIFICATIVA	Erro! Indicador não definido.
1.6. MOTIVAÇÃO	Erro! Indicador não definido.
2. REVISÃO DE LITERATURA	Erro! Indicador não definido.
2.1 AVANÇOS DA ROBÓTICA COM A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO.....	Erro! Indicador não definido.
2.2 A ROBÓTICA NA SOCIEDADE	Erro! Indicador não definido.
2.2.1 Tipos de robôs.....	Erro! Indicador não definido.
2.2.1.1 Humanoíde.....	Erro! Indicador não definido.
2.2.1.2 Robôs domésticos	Erro! Indicador não definido.
2.2.1.3 Robôs industriais	Erro! Indicador não definido.
2.3. IMPORTANTES CONCEITOS	Erro! Indicador não definido.
2.3.1 Sistemas embarcados	37
2.3.2. Android	37
2.3.3. Servidor/Cliente	37
2.3.4 Arduíno.....	37
3. VISÃO GERAL DO PROJETO	39
3.1 ESPECIFICAÇÕES INICIAIS	39
3.1.1 Objetivo	39
3.1.2 Descrição dos Produtos do Projeto	39
3.1.3. Identificação e Atribuição do Orientador Principal do Projeto.....	40
3.1.4. Risco de Alto Nível	40
3.1. 5. Requisitos para Aprovação	40
3.1.6. Resumo do Orçamento	40
3.1.7. Patrocinadores	42
3.2. DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO PROJETO	42
3.2.1. Descrição do PIA Robot Manager	42

3.2.1.1. Cadastros	43
3.2.1.2. Acesso e controle do robô manualmente	43
3.2.2. Descrição das Funcionalidades do sistema PIA Robot Manager	43
3.2.2.1. Cadastros	43
3.2.2.2. Controle do robô à distância.....	44
3.2.3. Descrição do robô PIA Robot.....	44
3.2.3.1 Módulo autônomo.....	44
3.2.3.2 Módulo controle manual via Sistema PIA Robot Manager	45
3.2.4. Descrição das Funcionalidades do robô PIA Robot	45
3.2.4.1. Módulo autônomo.....	45
3.2.4.2. Módulo controle manual via sistema PIA Robot Manager	45
3.2.5. Marcos do Projeto	46
3.2.6. Exclusões do Projeto.....	46
4. METODOLOGIA	47
4.1. AMBIENTE DE HARDWARE	47
4.2. SOFTWARES UTILIZADOS.....	47
4.3. LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO	48
4.4. INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR	49
4.4.1. Estudo das cores.....	49
4.5. METODOLOGIA UTILIZADA	50
4.5.1. METODOLOGIA UTILIZADA – ROBÔ PIA ROBOT	51
4.5.1.1. Fase 1 - Concepção da arquitetura física.....	51
4.5.1.2. Fase 2 - Definição das funcionalidades do robô PIA Robot	53
4.5.1.2.1. Módulo manual controlado pelo sistema web PIA Robot Manager	53
4.5.1.2.2. Módulo autônomo do robô PIA Robot	54
4.5.1.3. Fase 3 - Construção lógica e física do robô	55
4.5.2. Metodologia utilizada – Sistema web PIA Robot Manager	66
4.5.2.1 Primeira etapa: Definição da Modelagem do Sistema.....	67
4.5.2.1.1 Diagrama de Casos de Uso	67
4.5.2.1.2 Especificações dos Casos de Uso PIA Robot Manager	68
4.5.2.1.3. Diagrama de Sequência.....	83
4.5.2.1.4. Diagrama de Atividades	87
4.5.2.1.5. Diagrama de Classes	88
4.5.2.1.6. Diagrama Entidade Relacionamento	89

4.5.2.2. Segunda etapa: Implantação da modelagem proposta	90
4.5.2.2.1. Plano de Atividades.....	90
4.5.2.2.2. Plano de Comunicação	93
4.5.2.2.3. Diagrama de Telas e principais telas do sistema	94
4.5.2.3. Terceira etapa: Implantação Da Comunicação Entre Robô E Sistema	102
5. VALIDAÇÃO DO SISTEMA WEB PIA ROBOT MANAGER E DO ROBÔ PIA	
ROBOT.	103
5. 1 VALIDAÇÃO DO ROBÔ PIA ROBOT.	103
5. 2 VALIDAÇÃO DO SISTEMA PIA ROBOT MANAGER.	105
5. 2.1 Teste de Usabilidade.....	106
5. 2.2 Teste de Legibilidade.	106
5. 2.3 Teste de Funcionalidade.	107
5. 2.4 Teste de Interface.....	108
5. 3 VALIDAÇÃO DA INTEGRAÇÃO E COMUNICAÇÃO SISTEMA - PIA	
ROBOT.....	109
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO PROJETO.....	112
REFERENCIAS.....	113
APÊNDICE A – DICIONÁRIO DE DADOS.....	116
APÊNDICE B - CÓDIGO ARDUINO	120
APÊNDICE C - MODELO RELACIONAL FÍSICO - PIA ROBOT	128

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	15
1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA.....	16
1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO	16
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. Objetivo geral	16
1.3.2. Objetivos específicos.....	17
1.4. PROBLEMATIZAÇÃO	17
1.5. JUSTIFICATIVA	18
1.6. MOTIVAÇÃO	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 AVANÇOS DA ROBÓTICA COM A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO	19
2.2 A ROBÓTICA NA SOCIEDADE	26
2.2.1 Tipos de robôs.....	30
2.2.1.1 Humanoíde.....	30
2.2.1.2 Robôs domésticos	32
2.2.1.3 Robôs industriais	33
2.3. IMPORTANTES CONCEITOS	36
2.3.1 Sistemas embarcados	37
2.3.2. Android	37
2.3.3. Servidor/Cliente	37
2.3.4 Arduíno.....	37
3. VISÃO GERAL DO PROJETO	39
3.1 ESPECIFICAÇÕES INICIAIS	39
3.1.1 Objetivo	39
3.1.2 Descrição dos Produtos do Projeto	39
3.1.3. Identificação e Atribuição do Orientador Principal do Projeto.....	40
3.1.4. Risco de Alto Nível	40
3.1. 5. Requisitos para Aprovação	40
3.1.6. Resumo do Orçamento	40
3.1.7. Patrocinadores	42

3.2. DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO PROJETO	42
3.2.1. Descrição do PIA Robot Manager	42
3.2.1.1. Cadastros	43
3.2.1.2. Acesso e controle do robô manualmente	43
3.2.2. Descrição das Funcionalidades do sistema PIA Robot Manager	43
3.2.2.1. Cadastros	43
3.2.2.2. Controle do robô à distância.....	44
3.2.3. Descrição do robô PIA Robot	44
3.2.3.1 Módulo autônomo.....	44
3.2.3.2 Módulo controle manual via Sistema PIA Robot Manager	45
3.2.4. Descrição das Funcionalidades do robô PIA Robot	45
3.2.4.1. Módulo autônomo.....	45
3.2.4.2. Módulo controle manual via sistema PIA Robot Manager	45
3.2.5. Marcos do Projeto	46
3.2.6. Exclusões do Projeto.....	46
4. METODOLOGIA	47
4.1. AMBIENTE DE HARDWARE	47
4.2. SOFTWARES UTILIZADOS.....	47
4.3. LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO	48
4.4. INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR	49
4.4.1. Estudo das cores.....	49
4.5. METODOLOGIA UTILIZADA	50
4.5.1. METODOLOGIA UTILIZADA – ROBÔ PIA ROBOT	51
4.5.1.1. Fase 1 - Concepção da arquitetura física.....	51
4.5.1.2. Fase 2 - Definição das funcionalidades do robô PIA Robot	53
4.5.1.2.1. Módulo manual controlado pelo sistema web PIA Robot Manager	53
4.5.1.2.2. Módulo autônomo do robô PIA Robot	54
4.5.1.3. Fase 3 - Construção lógica e física do robô	55
4.5.2. Metodologia utilizada – Sistema web PIA Robot Manager	66
4.5.2.1 Primeira etapa: Definição da Modelagem do Sistema.....	67
4.5.2.1.1 Diagrama de Casos de Uso	67

4.5.2.1.2 Especificações dos Casos de Uso PIA Robot Manager	68
4.5.2.1.3. Diagrama de Sequência	83
4.5.2.1.4. Diagrama de Atividades	87
4.5.2.1.5. Diagrama de Classes	88
4.5.2.1.6. Diagrama Entidade Relacionamento	89
4.5.2.2. Segunda etapa: Implantação da modelagem proposta	90
4.5.2.2.1. Plano de Atividades	90
4.5.2.2.2. Plano de Comunicação	93
4.5.2.2.3. Diagrama de Telas e principais telas do sistema	94
4.5.2.3. Terceira etapa: Implantação Da Comunicação Entre Robô E Sistema	102
5. VALIDAÇÃO DO SISTEMA WEB PIA ROBOT MANAGER E DO ROBÔ PIA....	
ROBOT.	103
5. 1 VALIDAÇÃO DO ROBÔ PIA ROBOT.	103
5. 2 VALIDAÇÃO DO SISTEMA PIA ROBOT MANAGER.	105
5. 2.1 Teste de Usabilidade.....	106
5. 2.2 Teste de Legibilidade.	106
5. 2.3 Teste de Funcionalidade.	107
5. 2.4 Teste de Interface.....	108
5. 3 VALIDAÇÃO DA INTEGRAÇÃO E COMUNICAÇÃO SISTEMA - PIA ROBOT.....	109
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO PROJETO.....	110
REFERENCIAS.....	111
APÊNDICE A – DICIONÁRIO DE DADOS	114
APÊNDICE B – CÓDIGO ARDUINO	123

1. INTRODUÇÃO

Os robôs estão em constante desenvolvimento e se popularizam a cada dia. A existência dos robôs está relacionada com a programação previamente estabelecida pelos seres-humanos, neste contexto surgiu a ideia da criação de um robô e do desenvolvimento de um sistema de controle integrado.

Portanto, este projeto tem como objetivo: a construção de um robô embarcado, chamado de PIA Robot, autônomo e controlável via sistema web, assim como o desenvolvimento do sistema web PIA Robot Manager. PIA Robot Manager é um sistema de monitoramento e controle manual que disponibiliza o acesso ao PIA Robot via internet.

A utilidade deste projeto é o auxílio no monitoramento e cuidados de crianças e idosos à distância.

O PIA Robot foi desenvolvido com o intuito de criar uma nova ferramenta controlável via web, que facilite o acesso remoto a ambientes. Poder Acessar remotamente um ambiente e controlar os movimentos de um robô, pode contribuir com finalidades diversas, como diminuir distâncias e melhorar a segurança.

Casos de maus tratos e a negligência praticados contra Idosos e crianças são muitas vezes noticiados pela mídia (<http://www.itribuna.com.br>, 2013). A visualização e observação do ambiente cotidiano pode evitar acidentes e casos de abusos, que ocorrem na sociedade. Um exemplo desse fato, é o ocorrido em 13 de janeiro de 2013, na cidade de Cambridge (EUA), onde uma criança de 1 ano sofreu maus tratos por parte da sua babá Aisling McCarthy Brady, 34 anos. Após 3 dias de internamento a criança não resistiu aos ferimentos e faleceu. Os médicos constataram que a criança possuía fraturas antigas que estavam em processo de recuperação, indicando a existência de agressões anteriores a este trauma (HERALD, 2013). Podemos nos perguntar se uma câmera ou com um robô, como o PIA Robot poderia ter sido evitado este lamentável incidente.

1.1. APRESENTAÇÃO DO TEMA

O tema deste trabalho é o desenvolvimento de um robô autônomo, também controlável via sistema web e assim como do sistema web para controle das suas funcionalidades.

1.2. ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 1: Justificativa do projeto, apresentamos as definições dos objetivos gerais e específicos; a problematização e a motivação do projeto. No Capítulo 2: Revisão da Bibliografia, encontra-se a literatura que embasa todo o projeto. Já no Capítulo 3: Plano Geral do Projeto, apresentamos a descrição de todos os módulos que compõem a criação do PIA Robot e do sistema de controle com suas funcionalidades. O Capítulo 4: Descrição da Metodologia, contém cada fase da criação do robô PIA Robot e do desenvolvimento do sistema PIA Robot Manager. Encontra-se no Capítulo 5: Validação do sistema, o sistema para a web PIA Robot Manager e do robô PIA Robot.

E por fim, discorreremos no Capítulo 6: Considerações finais do projeto, os objetivos alcançados e ideias para as novas versões do robô.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo geral

Montar um robô capaz de se movimentar por conta própria, percorrendo ambientes com obstáculos, sem colisões, que funcione com um sistema web de controle e navegação do robô à distância, além de um sistema embarcado, responsável pela autonomia do robô.

1.3.2. Objetivos específicos

- Conceber um sistema robótico com as seguintes tecnologias:
 - Desenvolver programação embarcada no robô, utilizando o microcontrolador Arduino, sensores ultrasônicos e LEDs;
 - Utilizar um servidor para controlar as informações de entrada e saída (gerenciamento de I/O) do robô;
 - Construir um banco de dados para armazenamento dos dados dos usuários, robôs, componentes dos robôs e tipos de componentes.
 - Desenvolver um sistema web chamado PIA Robot Manager que permita: cadastros dos usuários, robôs, componentes e tipos de componentes, assim como o gerenciamento dos usuários e como principal função a conexão com o robô e o controle do mesmo via sistema web.
- Conceber um robô com as seguintes características:
 - Robô com tamanho de 72.4 centímetros;
 - Robô com habilidades de andar de forma autônoma e controlável via sistema web;
 - Robô com aparência interativa.

1.4. PROBLEMATIZAÇÃO

O acompanhamento de idosos e crianças em suas casas depende de profissionais como auxiliares, empregadas, babás e enfermeiras. Estas pessoas precisam estar atentas a movimentos e ações para garantir a integridade daqueles que cuidam.

Desta forma, poder acompanhar pessoas vulneráveis, em qualquer momento, com um dispositivo de baixo custo, sem a necessidade de interferência humana,

pode ser a solução para se coibir maus tratos a qualquer pessoa que dependa de cuidador?

1.5. JUSTIFICATIVA

O PIA Robot é um dispositivo que possibilita o monitoramento e acompanhamento de crianças e idosos, definidos como vulneráveis (uma vez que dependem de uma pessoa para saciar suas necessidades básicas). A eficácia deste dispositivo está em ele ser autônomo e controlável via acesso remoto via sistema web com armazenamento de dados.

A principal característica deste projeto é a junção de sistema web e sistemas embarcados.

1.6. MOTIVAÇÃO

Pensar em desenvolver um sistema que possa auxiliar pessoas de diferentes idades, porém que necessitam de cuidados 24 horas ao dia, levou-nos ao desejo de aprimorar nosso conhecimento em sistemas embarcados assim como nas técnicas de robótica que envolve conhecimentos básicos de eletrônica.

Para o concretizar desse projeto, foi preciso elaborar um sistema interativo com tecnologias entre o robô e pessoas, trabalhando com tecnologia móvel, neste caso com o sistema operacional Android, a fim de criar um robô de baixo custo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo apresentamos o estudo bibliográfico sobre robôs de alta tecnologia a robôs construídos com o microcontrolador Arduino.

2.1 AVANÇOS DA ROBÓTICA COM A TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A robótica é a ciência que une o conhecimento em mecânica, física, elétrica, inteligência artificial, computação, eletrônica, psicologia entre outras linhas do conhecimento. A robótica está destacada no cenário atual, grandes potências mundiais estão de olho nessa tecnologia que pode ser usada para a realização de tarefas que o homem não seria capaz de realizar. Robô é definido pela Robotic Industries Association (RIA) como:

"Manipulador multifuncional reprogramável projetado para movimentar materiais, partes, ferramentas ou peças especiais, através de diversos movimentos programados, para o desempenho de uma variedade de tarefas" (RIVIN, 1988).

Os criadores de robôs possuem três regras/leis das quais seus robôs não podem infringir, essas regras foram criadas por Isaac Asimov para limitar a robótica (ASSIMOV, 1967), são elas:

- 1 - "Um robô não pode ferir um humano ou, por omissão, permitir que um ser humano sofra algum mal".
- 2 - "Um robô deve obedecer as ordens que lhe sejam dadas por seres humanos, exceto nos casos em que tais ordens contrariem a Primeira Lei".
- 3 - "Um robô deve proteger sua própria existência, desde que tal proteção não entre em conflito com a Primeira e a Segunda Leis".

Um exemplo da popularidade dos robôs é a RoboCup que acontece anualmente, cada ano o evento é realizado em cidades diferentes, a edição de 2013 será em Eindhoven na Holanda e a edição de 2012 foi na Cidade do México. RoboCup é uma competição de robôs autônomos divididas em três categorias. Na categoria RobotCupSoccer o tema é futebol, ela propõe uma partida de futebol entre os robôs, o objetivo desta modalidade para 2050 é fazer um jogo com os robôs

humanoides com a equipe vencedora da Copa do Mundo humana e os humanoides saírem como vencedores (ROBOCUP,2012). A RoboCupRescue é a categoria de salvamento em situações de desastre de grande escala e a categoria RoboCupJunior é voltada para alunos com idade até 19 anos com o intuito de incentivar os jovens nas suas três modalidades(futebol, resgate e dança). Em 1997 surgiu a primeira edição da RoboCup e o número de participantes foi de 38 representando 11 países. Dados de 2011 revelam que a participação teve um gigantesco crescimento, subindo para mais de 4 mil participantes de mais de 60 países do mundo todo, demonstrando assim a popularização dos robôs no âmbito educacional e mundial. Neste mesmo evento em 2011 uma equipe brasileira foi campeão na categoria RoboCupJunior no Desafio de Resgate, a dupla Renato Ferreira Pinto Júnior e Wallace Souza Silva ganhou na prova individual de equipes com o projeto Hipérion (ROBOCUP,2011).

Muitas universidades estão trabalhando com a plataforma de pesquisa do NAO Robot (FIGURA 1), por ser uma plataforma versátil está vinculada a muitos estudos na área de ciência da informação, interação humano-máquina e ciência sociais. De acordo com o Markus Häring da Universidade de Augsburg na Alemanha: “O robô NAO permite a prototipagem rápida de um comportamento social, inclusive emoções, sem dificuldades com os detalhes técnicos de baixo nível.” (ALDEBARAN, 2012).



FIGURA 1 - NAO ROBÔ DESENVOLVIDO PELA ALDEBARAN ROBOTICS (ALDEBARAN, 2012)

Asimo da Honda é outro humanoide que possui alta tecnologia, a versão de 2011 foi desenvolvida com ênfase no equilíbrio do robô, reconhecimento dos ambientes externos e a capacidade de gerar comportamento autônomo (utilizando a aquisição da informação do ambiente como parâmetro). De forma autônoma o Asimo determina o seu comportamento sem ser controlado por um ser humano (HONDA, 2012).

Com base na literatura sobre robôs percebe-se uma característica que prevalece na maioria dos estudos, que é o uso de sensores para a detecção de objetos, iluminação, pressão, movimento e calor. No mercado os sensores são encontrados facilmente por preços acessíveis, viabilizando assim, a criação de novos robôs. No projeto (FIGURA 2) proposto por Willian Santos, Ronaldo Batista e Raphael Silva a autonomia do robô foi desenvolvida por sensores ultrassônicos, o uso da tecnologia microcontrolador Arduíno foi essencial para o controle e processamento de dados, tornando assim o robô capaz de andar por ambientes com obstáculos sem contato físico com objetos (SANTOS, BATISTA, SILVA, 2011).

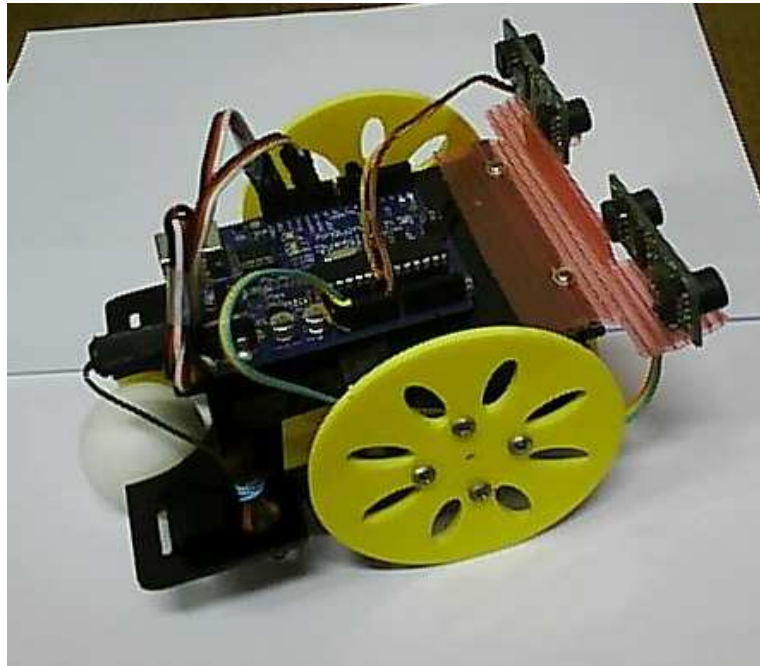


FIGURA 2 - ROBÔ AUTÔNOMO DETECTOR DE OBSTÁCULOS

A Computação Física utiliza elementos de eletrônica na prototipagem de novos materiais para designers e artistas.

“Computação física envolve o projeto de objetos interativos que podem se comunicar com humanos utilizando sensores e atuadores controlados por um comportamento implementado como software, executado dentro de um microcontrolador”. (BANZI et al., 2011).

Um microcontrolador é um chip individual ou um pequeno computador que proporciona o desenvolvimento de sistemas embarcados para muitos fins, desde eletrodomésticos a robôs. Uma plataforma da computação física muito ágil e acessível é o Arduíno, este microcontrolador possui seu ambiente de desenvolvimento que implementa a linguagem Processing (www.processing.org), possui um ambiente multiplataforma e pode ser executado no Windows, Macintosh e Linux, tornando-o uma ferramenta flexível para o trabalho. Outra vantagem desta plataforma é possuir a fonte aberta de seu hardware e software diferenciando assim o Arduíno de outros microcontroladores no mercado.

Um exemplo que gera expectativas positivas no mercado, similar à nossa proposta aqui apresentada, é a Giraff. Giraff foi desenvolvida na Suécia por um

grupo de engenheiros comandados pelo CEO Stephen Rump Von e que recebeu o prêmio de projeto mais promissor pelo Fórum Anual da Associação AAL em 2012. Giraff (FIGURA 3) foi projetada para facilitar os cuidados com idosos à distância, seu tamanho, sua facilidade de controle e de comunicação são alguns dos fatores que tornam este projeto de muita utilidade e usabilidade. O CEO Stephen Rump Von vivenciou situações que hoje com a Giraff são diferentes, ele gostaria de estar mais próximo de sua mãe, enquanto a mesma sofria da doença de Alzheimer, desta situação que surgiu a ideia de criar algo para encurtar esta distância.(GIRAFF, 2010)



FIGURA 3 - TELEROBOT EM AÇÃO (GIRAFF, 2010)

A principal proposta da Giraff é a fácil comunicação entre pessoas com seus entes idosos através de videoconferência, com acesso a internet e com uma webcam, qualquer um pode conversar em tempo real como se estivesse em seu lado, pode controlar o robô com movimentos com o mouse visualizando cada ação em sua tela do computador. A Giraff é um ótimo exemplo de interação via internet entre dispositivos, facilitando a vida e cotidiano de pessoas que muitas vezes gostariam de estar juntas, mas que por causa da distância não podem.

Mais um exemplo de robô que usa a videoconferência como método de comunicação entre pessoas é o Telerobot (FIGURA 4). Telerobot foi desenvolvido pela Université de Sherbrooke em Québec, Canadá. Este robô possui o objetivo de auxiliar no monitoramento de pacientes, idosos ou não, que necessitam de acompanhamento médico. A videoconferência é a chave principal do projeto, o usuário do outro lado da tela pode controlar o robô usando cliques do mouse, direcionando e indicando a velocidade do robô. Este robô possui seis sensores infravermelhos, um telêmetro a laser e oito sensores ultrasônicos.

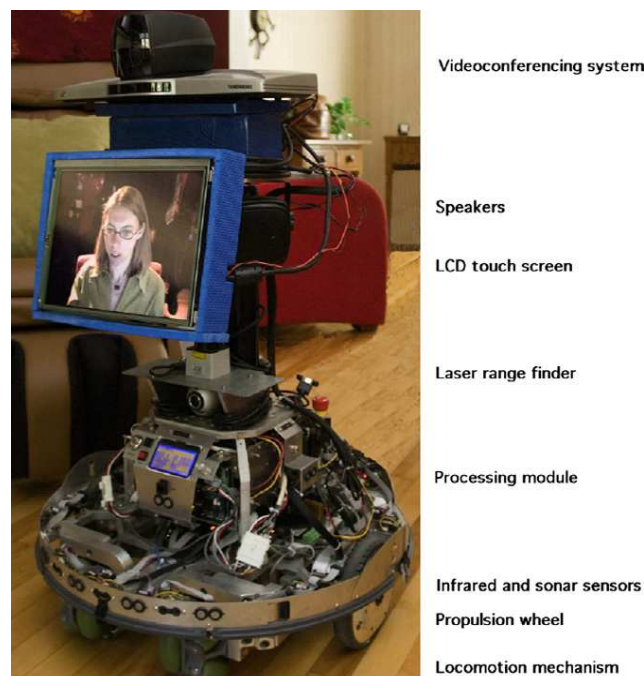


FIGURA 4 – TELEROBOT EM AÇÃO (Université de Sherbrooke em Québec, Canadá)

Para validar a usabilidade do sistema, um especialista do robô e um operador sem experiência com o robô utilizarão o sistema controlando o robô. Os resultados foram que ambos atingiram a meta de controle, porém o tempo e a quantidade de movimentos foram maiores do operador sem experiência (MICHAUDA, 2010). O robô Paro parece mais um urso de pelúcia do que um robô como demonstrados na figura 5, o objetivo deste robô é justamente isso, de se passar por um objeto amigável para ser usado como uso terapêutico com idosos. Este robô possui sentidos, sendo eles a visão (detector de iluminação), audição (reconhecimento de fala e determinação de direção da fonte sonora), possui equilíbrio e tato. “Foram

encontradas evidências de que as interações sociais entre os próprios idosos aumentou, ao mesmo tempo que os indicadores fisiológicos apresentaram níveis de estresse reduzido”. (SHARKEY, 2012)



FIGURA 5 - PARO, THE SEAL ROBOT (SHARKEY, 2012)

Robôs podem auxiliar no monitoramento e no acompanhamento de idosos. Paro é um ótimo exemplo de robô companhia, onde com troca de ações consegue incentivar idosos a terem interações sociais.

O estudo de Shibata, Kawaguchi e Wada intitulado “Investigação sobre Pessoas Vivendo com robô em casa” chegou à conclusão que mulheres possuem mais tendência de gostar desse tipo de robô, este robô pode ser acariciado e abraçado tornando a relação com seu dono carinhosa. Outro ponto levantado foi que pessoas que gostam de animais são influenciadas na forma como interagem com o robô, essas pessoas também tinham momentos de fala com o robô logo após acordar e ao ir dormir, tratando-o como se fosse um animal de estimação. Robôs como companhia podem desenvolver melhorias na comunicação, diminuindo o estresse e melhorando a qualidade de vida de idosos.

2.2 A ROBÓTICA NA SOCIEDADE

Durante os últimos 45 anos, a pesquisa de robótica foi destinada a encontrar soluções para as necessidades técnicas de robótica aplicada. A evolução de campos de aplicação e sua sofisticação influenciaram os temas de investigação na comunidade robótica. Esta evolução tem sido dominada por necessidades humanas. Essa criação de novas necessidades e de mercados fora do mercado tradicional de fabricação robótica (ou seja, limpeza, remoção de minas, construção civil, construção naval, agricultura) e, de envelhecimento do mundo em que vivemos, está exigindo robôs de campo e de serviços para atender ao novo mercado. Isso conduz a um novo conceito de robô, que tem sido abordado e trabalhado pelas novas pesquisas e novas tecnologias.

Atualmente, os robôs inteligentes são usados com sucesso em hospitais, museus, edifícios e lojas de departamento, onde realizam serviços de limpeza, bem como de entrega, de educação ou entretenimento. Também tem sido desenvolvidos para guiar cegos e ajudar idosos.

O rápido progresso no padrão de vida e cuidados com a saúde resultou em uma população envelhecida relativamente grande. A maior parte desses idosos não recebe cuidados adequados de sua família ou pessoas contratadas para desempenharem esse papel. Talvez robôs inteligentes pudessem assistir essa parcela da população que necessita de cuidados em todas as suas atividades diárias. Esses robôs podem ajudá-los a lembrar de tomar um remédio controlado, medir sua pressão arterial ou taxa de açúcar no sangue quando necessário ou em casos de emergência contatar um familiar ou serviço especializado. São controlados por familiares distantes com a ajuda de um controle remoto da internet. Espera-se que esses robôs inteligentes possam ser como uma dona de casa.

Vários meios trazem para mais perto das pessoas o mundo dos robôs, há anos que a ideia da robótica foi apresentada a sociedade, mesmo que essa apresentação tenha sido feita através de telas. Telas de cinema e televisão são para muitos os únicos meios de ter contato com um robô, são as notícias da NASA, os

desenhos infantis e grandes produções do cinema que fazem com que os robôs saiam da imaginação das pessoas para as telonas.

A primeira aparição de um robô em uma TV em cores ocorreu em 1962 nos EUA, era um programa super moderno para época em forma de desenho animado.

O desenho animado “Os Jetsons” (FIGURA 6), programa que se passava no ano de 2062, chamou a atenção de pessoas ligadas à tecnologia, pois a família possuía um robô como empregada doméstica, a Rose. Esse foi um dos focos do programa, despertar interesse nas inovações tecnológicas. Rose cuidava da limpeza da casa, lavava as roupas, era boa cozinheira e até conselheira da família.



FIGURA 6 - OS JETSONS COM A EMPREGADA ROBÔ ROSE

No cinema os robôs têm o espaço garantido, normalmente são filmes que retratam o futuro, podemos citar: IA – Inteligência Artificial (Warner Bros, 2001), Eu, robô (Fox, 2004), entre outros. Esses filmes retratam os poderes que um robô pode possuir, a inteligência artificial que está em cada robô e em alguns casos retratam a alma que um robô gostaria de ter e no filme consegue.

A realidade esta cada vez mais próxima da ficção, robôs aspiradores, que preparam sanduiches e fazem companhia para idosos e crianças já existem. Os robôs possuem limitações, mas também estão evoluindo rapidamente, ou seja, as atualizações e tecnologias futuras podem permitir mais autonomia e inteligência para os robôs.

A BostonDynamics é uma empresa focada na construção de robôs, um dos seus robôs chama-se PETMAN; ele é o primeiro robô antropomorfo, o primeiro robô que se assemelha com um ser humano (FIGURA 7), pois se move dinamicamente e possui algumas funções como as de uma pessoa real. PETMAN consegue andar, correr e rastejar como um soldado. O foco deste robô são as condições realistas que ele possui, além das funções de mobilidade este robô pode simular reações fisiológicas, como a transpiração, controle de temperatura e umidade (BOSTONDYNAMICS, 2012).

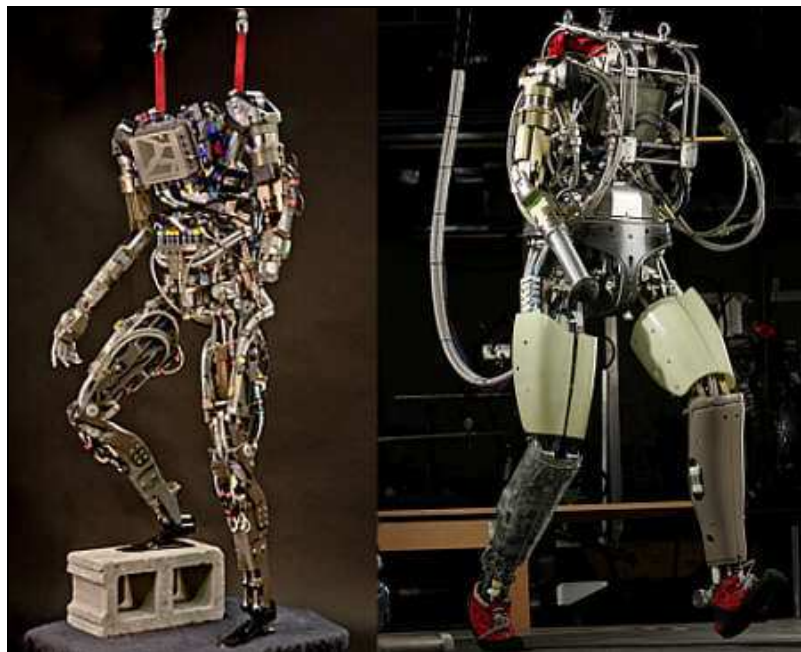


FIGURA 7 - PETMAN - SIMULADOR HUMANO (BOSTONDYNAMICS, 2012)

Outro grande robô que esta sendo desenvolvido/testado pela Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa (Darpa) é um corredor nato, superando em 2012 o seu próprio recorde, Cheetah (FIGURA 8) alcançou o pico de 45,5Km/h em um trecho de 20 metros. Cheetah com esta velocidade supera o velocista Usain Bolt que na prova de 100 metros em 2009 alcançou a marca de 44,7Km em um sprint de 20 metro (DARPA, 2012). Pratt, gerente de programas da Darpa, esclareceu a meta de desenvolver um robô similar a um animal: “O desenvolvemos com o aspecto de um guepardo, mas nossa meta não é copiar a natureza. O que

estamos fazendo é tentar entender como os robôs podem se adaptar ao mundo e à evolução" (PRATT, 2012)



FIGURA 8 - CHEETAH - O ROBÔ MAIS VELOZ DA HISTÓRIA (DARPA, 2012)

Mudando um pouco o cenário e considerando o espaço como área de trabalho, os robôs da NASA possuem grande experiência fora da Terra. Os robôs que trabalham em ambientes que muitas vezes um ser humano não seria capaz de sobreviver, auxiliam na pesquisa por todo o Universo. O mais recente robô que foi lançado pela NASA no Universo foi o robô Curiosity (FIGURA 9). Curiosity é um robô autônomo pesando aproximadamente uma tonelada, que está em missão em Marte para colher informações, fotos e materiais do planeta vermelho. Foram dez anos de pesquisa e construção deste robô, o custo do robô foi de 2,5 bilhões de dólares e sua missão está apenas no começo. O pouso ocorreu em 5 de agosto de 2012, são dois anos colhendo informações e características, pois a missão de Curiosity está com fim estipulado para 2014, durante esse período muitas descobertas podem surgir. (NASA, 2012)

Segundo a afirmação de Zubrin sobre a evolução da robótica:

Estamos muito mais próximos hoje de ser capaz de enviar seres humanos a Marte do que estávamos capazes de enviar homens à Lua em 1961, e nós

estávamos na Lua oito anos depois. Poderemos ter seres humanos em Marte dentro de uma década (ZUBRIN, 2012)



FIGURA 9 - SIMULAÇÃO DO ROBÔ CURIOSITY EM MARTE (ZUBRIN, 2012)

2.2.1 Tipos de robôs

Muitas pessoas dizem que a década de 1980 foi a década dos grandes computadores, que a década de 1990 foi a década em que os computadores tornaram-se populares nas casas das pessoas, a década de 2010 é a vez dos robôs se tornarem mais populares na sociedade. Nas próximas seções serão mostradas algumas das principais formas que os robôs já possuem, são elas humanoides, domésticos e industriais.

2.2.1.1 Humanoíde

Os humanoídes imitam e foram criados pra serem semelhantes aos humanos, algumas características comuns são o poder de falar, conversar com pessoas, em muitos casos os humanoídes podem ajudar em certas tarefas, domésticas ou não, e

eles podem ser do tamanho de um ser humano. Os humanoídes estão em crescimento e em grande desenvolvimento. ASIMO é um ótimo exemplo de como um robô pode fazer parte da sociedade como um robô 'quase' humano. ASIMO como demonstrado na FIGURA 10 possui cinco dedos dos quais auxiliam na manipulação de objetos, para a execução desse tipo de tarefa outra funcionalidade indispensável é a tecnologia de reconhecimento de objetos através da visão e do tato que o mesmo possui. ASIMO responde a questões, anda como um ser humano e possui equilíbrio que o protege de quedas. ASIMO é desenvolvido pela HONDA. A lista abaixo mostra as principais características desse robô:

- Correr com velocidade de até 9km/h
- Reconhece diferentes vozes de três pessoas que estão falando simultaneamente
- Andar sobre uma superfície irregular mantendo sua postura
- Jogar futebol
- Cumprimentar com um aperto de mão e saldar
- Colocar líquido de uma garrafa em um copo
- Subir e descer escadas
- Grande variedade de movimentos com os braços e mãos (HONDA, 2012)



FIGURA 10 - ASIMO - ROBÔ HUMANOÍDE DA HONDA (HONDA, 2012)

2.2.1.2 Robôs domésticos

Não é possível destacar um número total de robôs domésticos que já estão no mercado, pois há muitos e alguns não são patenteados ou estão em fase de desenvolvimento.

As funcionalidades desses robôs variam desde ser um aspirador de pó a ser um cozinheiro, podendo ser também um garçom.

O robô PR2 (FIGURA 11) construído pela Willow Garage e com preço de mercado de U\$400.000. Este robô é o sonho de muitos homens, pois ele sim pode pegar uma cerveja na geladeira e levar até seu dono. Outras características deste robô seguem abaixo:

- Abrir portas
- Servir bebidas
- Dobrar roupas
- Jogar sinuca
- Possui rápida percepção do ambiente, desviando de objetos que mudam de lugar em segundos. Por exemplo, uma pessoa que cai na frente do robô em uma distância de 10cm, o robô desvia rapidamente

para não encostar na pessoa que esta à sua frente.(WILLOW GARAGE, 2012)



FIGURA 11 - PR2 COLOCANDO AS LOUÇAS NA LAVA-LOUÇAS (GARAGE, 2012)

2.2.1.3 Robôs industriais

Robôs industriais abrangem uma grande gama de segmentos. Esse tipo de robô possui formas direcionadas para o serviço que será empregado, muitos deles são grandes braços articulados que executam a mesma tarefa diariamente, como na FIGURA 12. Esses robôs automatizam a produção de carros, alimentos, bebidas, remédios, entre outros. Na indústria automobilística os robôs possuem como função soldar peças, encaixar, cortar, pintar, perfurar e transportar peças de um lado para o outro. Na indústria alimentícia, os robôs são máquinas automatizadas que executam tarefas como manipulamento e produção de alimentos como, por exemplo, cortando, moendo, sovando, embalagem e rotulando produtos.



FIGURA 12 - ROBÔS INDUSTRIAIS NA FABRICAÇÃO DE CARROS (ALDEBARAN, 2012)

No quadro 1 são mostradas as informações a respeito de alguns robôs, tal como sua denominação, tipo, tamanho, cor e principais características. E o timeline da evolução dos robôs desde 1950 até os dias futuros (FIGURA 13).

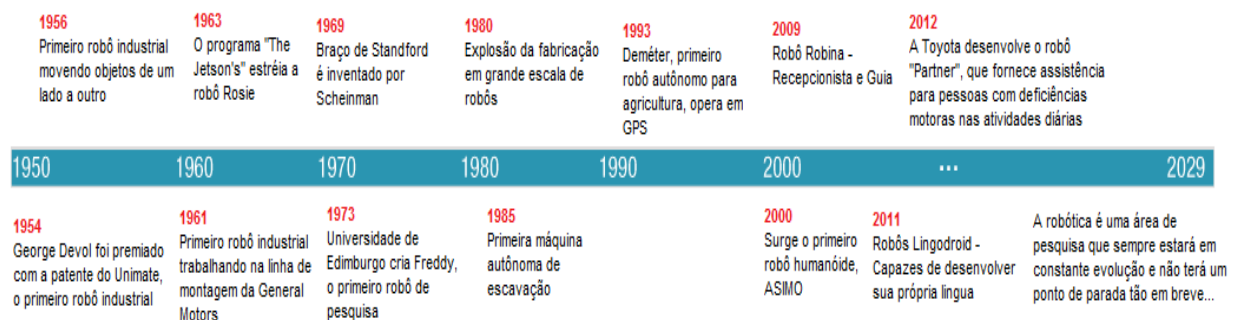


FIGURA 13 – TIMELINE EVOLUÇÃO DA ROBÓTICA

Entre os robôs da tabela, um robô que já está a venda e que incentiva a pesquisa, educação, desenvolvimento e possui até uma versão para crianças autistas é o robô NAO. (ALDEBARAN, 2012)

O robô Hrp-4C foi criado em 2009 e possui uma grande semelhança com seres humanos, suas mãos e rosto de silicone proporcionam mais realidade aos movimentos, assim também como as expressões faciais são muito similares com as de um ser humano. Robonaut 2 também lembra um ser humano, porém este robô

possui apenas do tronco para cima, possui braços, mãos e sua cabeça é um capacete dourado. O Robonaut foi construído para auxiliar astronautas em missões no espaço. Reem possui o foco no entretenimento, com aplicações multimídias tais como informar a previsão do tempo, restaurantes próximos, horário de vôos, também oferece tele-assistência através de vídeo-conferência.

Nome do Robô	Tipo do Robô	Característica principal	Tamanho	Cor
SERB	Arduíno	Robô controlado pelo Arduíno	Pequeno	
robô seguidor de linha	Arduíno	Segue uma linha preta no chão	Pequeno	
NÃO	Humanóide	Identificação de pessoas, faces, sons, grande mobilidade e programável.	58 cm (altura) 4,3 Kg	Branco com versões em outras cores
Asimo	Humanóide	Robô com capacidades autônomas. Anda, sobe escadas, fala e gesticula.	130 cm (altura) 48Kg	Branco com face preta
Enon		Fornece orientações, acompanhando hóspedes, objetos que transportam e faz patrulhamento de segurança.	130cm (altura) 50Kg	Branco com face preta
Reem	Humanóide	Realiza navegação autônoma em variados ambientes e tem capacidade de reconhecimento de voz e rosto.	1,70m (altura) 90Kg	Branco com preto
Hrp-4C	Humanóide	Movimenta-se como um ser humano, responde com base no reconhecimento da fala, possui reconhecimento de sons, pode sorrir, cantar, se surpreender e se indispor.	158cm (altura) 43 Kg	Prata e preto, com face semelhante a humana
Robonaut 2	Humanóide	Fabricado pela NASA para ir para o espaço	79cm (altura) 135Kg	Branco com cabeça dourada
Surena II	Humanóide	É capaz de falar e também tem controle remoto e capacidade de rastreamento	145cm (altura) 45Kg	Branco

QUADRO 1 – COMPARATIVO ENTRE ROBÔS (ALDEBARAN, 2012)

Os robôs pesquisados que tem como característica principal sua semelhança com o ser humano são o Hrp-4C e o Robonaut 2. O Hrp-4C possui similaridade física com as pessoas através das expressões faciais, assim como mãos e rosto de silicone que proporcionam realidade aos movimentos. Robonaut 2 também lembra um ser humano, porém possui apenas tronco, braços, mãos e sua cabeça é um capacete dourado. O Robonaut foi construído para auxiliar astronautas em missões no espaço. Reem possui o foco no entretenimento, com aplicações multimídias tais como informar a previsão do tempo, restaurantes próximos, horário de vôos, também oferece tele-assistência através de vídeo-conferência.

A cor mais predominante nos robôs pesquisados neste trabalho é o branco, esses robôs possuem detalhes em outras cores como preto, prata e cores vivas como vermelho, amarelo e azul.

Robores como o PIA Robot que utilizam o Arduíno como microcontrolador são muitas vezes de porte pequeno, SERB é um exemplo de robô com Arduíno mostrado na FIGURA 14.

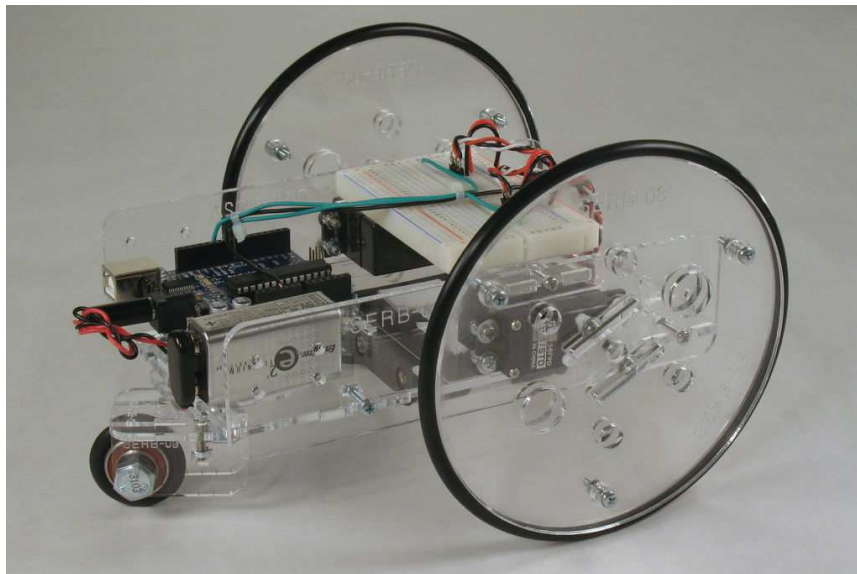


FIGURA 14 - SERB, ROBÔ COM ARDUÍNO (SERB, 2008)

2.3. IMPORTANTES CONCEITOS

Alguns conceitos foram utilizados no desenvolvimento deste projeto, são eles: Sistemas embarcados, Android, Servidor/Cliente e Arduíno.

2.3.1 Sistemas embarcados

Um sistema embarcado refere-se a um sistema que não está conectado a um computador ou fonte de transmissão de dados, ele recebe os dados apenas uma vez e a partir disso, funciona por si só, precisando apenas estar conectado a uma fonte de energia.

2.3.2. Android

Android é um sistema operacional, semelhante aos sistemas operacionais Linux, Windows e MAC. A principal diferença destes citados é que ele foi desenvolvido para operar em celulares, tablets e dispositivos pequenos e de fácil transporte. Sua função é também gerenciar todos os processos e componentes de um computador, garantindo seu perfeito funcionamento.

2.3.3. Servidor/Cliente

Servidor/Cliente é um modelo de integração entre o usuário (cliente) e o servidor, utilizando normalmente uma rede de computadores. Cada usuário pode enviar requisições de dados para um servidor e esperar resposta. O servidor pode ou não aceitá-las e processá-las, enviando assim um retorno para o cliente.

Eles podem estar no mesmo sistema, mas normalmente se comunicam através de uma rede em hardwares separados.

2.3.4 Arduíno

O Arduino (FIGURA 15) é uma placa de entrada/saída com um microcontrolador, que armazena todos os dados transmitidos a ela e, é desenvolvida em uma biblioteca que simplifica a programação C/C++.

O microcontrolador (MCU) é basicamente um computador em um microchip, contendo todas as funcionalidades e componentes existentes em um computador. Normalmente é programado para funções específicas, sendo armazenado dentro de outro dispositivo, trabalhando como transmissor de ações utilizando o conceito de sistemas embarcados.

Foi projetado com a finalidade de ser uma multiplataforma de fácil entendimento, de maneira que quem fosse utilizá-la não precisasse de um conhecimento prévio nem da programação e nem da parte elétrica.



FIGURA 15 - MICROCONTROLADOR ARDUÍNO

3. VISÃO GERAL DO PROJETO

O sistema web PIA Robot Manager é subdividido em três módulos: cadastros, gerenciamento de usuários e controle do robô. A construção do robô PIA Robot é subdividida em quatro fases: concepção da arquitetura física do robô, definição das funcionalidades, construção física e lógica do robô, validação e testes do protótipo do robô. O PIA Robot possui dois módulos, sendo eles o módulo autônomo e o módulo de controle manual via sistema web PIA Robot Manager.

3.1 ESPECIFICAÇÕES INICIAIS

Nesta seção são apresentados o escopo do projeto e há a definição de cada módulo do sistema PIA Robot Manager e do PIA Robot.

3.1.1 Objetivo

O projeto possui dois objetivos, sendo o primeiro a criação de um robô com funcionalidades autônomas e controláveis via sistema web. O segundo objetivo é desenvolver um sistema web para controle do robô manualmente por usuários autenticados pelo sistema, com o *stream* do vídeo capturado pelo robô a visualização das ações ocorrem em tempo real. O controle via sistema web permitirá definir a direção do movimento do robô e o acionamento do modo manual do robô, desativando o modo autônomo do mesmo.

3.1.2 Descrição dos Produtos do Projeto

O projeto PIA Robot possui dois produtos finais, sendo o PIA Robot um robô construído pela equipe do projeto e o PIA Robot Manager o sistema desenvolvido pela equipe para controlar o robô à distância. O sistema possui seus três módulos que permite o cadastro de usuários para ter acesso ao robô, gerenciamento de usuários já cadastrados e como função principal o controle do robô à distância. Há

também o cadastro de novos robôs, sendo que cada robô possui componentes físicos o sistema permite o cadastro de componentes de cada robô assim como o cadastro de tipos de componentes. O cadastro de robôs é necessário para o gerenciamento de mais de um robô, assim como cada componente que o mesmo possui.

3.1.3. Identificação e Atribuição do Orientador Principal do Projeto

O orientador Luiz Antonio Pereira Neves é o orientador principal deste projeto, com as funções de gerenciamento geral e financeiro. As coorientadoras Terumi Kamada e Marjori Naele Mocelin Klinczak auxiliam e coorientam cada fase do projeto.

3.1.4. Risco de Alto Nível

A dificuldade no aprendizado e desenvolvimento da parte física do robô poderá acarretar no atraso do projeto.

3.1. 5. Requisitos para Aprovação

O robô deve estar funcionando com as atividades propostas, sendo elas: andar para frente, trás, direita, esquerda recebendo comandos via sistema web, evitar colisão de modo autônomo e andar de forma autônoma em ambientes.

3.1.6. Resumo do Orçamento

Gasto com componentes e materiais utilizados na construção do PIA Robot. No quadro 2 apresenta-se todos os itens indicando: material, quantidade, preço unitário e preço total, totalizando em R\$1053,67 o custo do PIA ROBOT.

MATERIAL	QTDE	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO
Parafuso Aço (pacote com 20)	2	R\$ 2,85	R\$ 5,70
Broca para Madeira	1	R\$ 19,97	R\$ 19,97
Lente Bolha 22 com base quadrada	2	R\$ 0,59	R\$ 1,18
Sensor Passivo IR5 com pir duplo	2	R\$ 36,94	R\$ 73,88
Caneta Adesiva	1	R\$ 3,99	R\$ 3,99
Lixa Madeira	1	R\$ 1,02	R\$ 1,02
Canaleta Adesiva	1	R\$ 3,99	R\$ 3,99
Xapadur NL Eucatex	5	R\$ 1,30	R\$ 6,50
Bateria 2.4 V	1	R\$ 7,65	R\$ 7,65
Conector micro fit fêmea 2V	5	R\$ 0,40	R\$ 2,00
CI L 298	2	R\$ 10,18	R\$ 20,36
Conector micro fit macho 2V	5	R\$ 0,38	R\$ 1,90
Terminal micro fit fêmea	10	R\$ 0,10	R\$ 1,00
Terminal micro fit macho	10	R\$ 0,10	R\$ 1,00
Espaguete Termoretratil	2	R\$ 1,15	R\$ 2,30
Buzzer PCI	2	R\$ 3,50	R\$ 7,00
Flat Cable 20x26 colorido	1	R\$ 4,65	R\$ 4,65
Conector LATCH 10 vias	1	R\$ 0,39	R\$ 0,39
Conector HEADER c/ ejetor	2	R\$ 0,70	R\$ 1,40
Potenciometro mini s/ chave	1	R\$ 1,50	R\$ 1,50
Eucaplac branco eucatex 3mm	27	R\$ 0,31	R\$ 8,37
Uniao reta 4 furos	1	R\$ 8,40	R\$ 8,40
Rodizio fix chapa roda azul	1	R\$ 12,90	R\$ 12,90
Abrac Nylon	1	R\$ 4,00	R\$ 4,00
Chave micro switch	4	R\$ 3,63	R\$ 14,52
Led 5mm transparente	20	R\$ 0,69	R\$ 13,84
Lente TLC para passivo	2	R\$ 8,16	R\$ 16,32
Cristal piezo para sirene	5	R\$ 1,20	R\$ 6,00
Resistor 1/4W	60	R\$ 0,03	R\$ 1,80
Regua c/ codigo de cores	1	R\$ 1,95	R\$ 1,95
Led tricolor	4	R\$ 2,50	R\$ 10,00
Cabinho 0,75mm	15	R\$ 1,50	R\$ 22,50
Cabinho 1mm	1	R\$ 15,40	R\$ 15,40
Transistor	1	R\$ 0,10	R\$ 0,10
Cristal BT 35	2	R\$ 3,65	R\$ 7,30
Term/conect	6	R\$ 0,20	R\$ 1,20
Buzzer PCI SM	1	R\$ 9,87	R\$ 9,87
Led Redondo branco	10	R\$ 1,69	R\$ 16,90
Led Redondo azul	6	R\$ 0,75	R\$ 4,50
Led Redondo verde	6	R\$ 0,85	R\$ 5,10
Led Redondo vermelho	6	R\$ 0,70	R\$ 4,20
Led Redondo laranja	6	R\$ 0,64	R\$ 3,84
Chave tecla mini	1	R\$ 0,99	R\$ 0,99

Suporte de Placa c/ lupa	1	R\$ 16,20	R\$ 16,20
Placa Perfurada 100x150	1	R\$ 9,77	R\$ 9,77
Cortador de placa circuito	1	R\$ 12,90	R\$ 12,90
Buzzer com fio	1	R\$ 3,78	R\$ 3,78
Led Receptor	1	R\$ 0,85	R\$ 0,85
Led Emissor azul	1	R\$ 1,18	R\$ 1,18
Poliestireno branco	1	R\$ 18,00	R\$ 18,00
Terminal Modu Dourado	40	R\$ 0,10	R\$ 4,00
Placa emborrachada EVA	1	R\$ 4,61	R\$ 4,61
Celular Motorola XT531	1	R\$ 300,00	R\$ 300,00
Bateria 12 V	1	R\$ 45,00	R\$ 45,00
Carro (brinquedo infantil) com motor	1	R\$ 80,00	R\$ 80,00
Shield do Motor	1	R\$ 50,00	R\$ 50,00
Placa Arduino Uno	2	R\$ 50,00	R\$ 100,00
Wi-Shield	1	R\$ 50,00	R\$ 50,00
TOTAL			R\$ 1.053,67

QUADRO 2 – COMPONENTES UTILIZADOS – ORÇAMENTO (PLANILHA EXCEL, 2013)

3.1. 7. Patrocinadores

Não houve investimento externo, todo o dinheiro utilizado no projeto foi dividido entre os quatro membros da equipe e o orientador da equipe.

3.2. DEFINIÇÃO DO ESCOPO DO PROJETO

Nesta seção há a definição do escopo do projeto e a definição dos módulos de ambos os produtos desta pesquisa, contendo cada funcionalidade que o sistema e que o robô possuem.

3.2.1. Descrição do PIA Robot Manager

O sistema web PIA Robot Manager é composto por três módulos, a descrição dos módulos segue abaixo. Para acesso a qualquer módulo do sistema o usuário necessita estar autenticado pelo sistema de autenticação do PIA Robot Manager. O

sistema direciona para a página inicial contendo as funcionalidades referentes à permissão que usuário possui.

3.2.1.1. Cadastros

O módulo cadastros possui quatro cadastros de dados que o sistema utiliza, sendo eles o cadastro de usuários, cadastro de robôs, cadastro de componentes e cadastro de tipos de componentes.

3.2.1.2. Acesso e controle do robô manualmente

O acesso e controle do robô manualmente é o módulo principal do sistema, pois permite o acesso a determinado robô à distância. A finalidade deste módulo é criar a conexão com o robô selecionado pelo usuário, visualizar o vídeo em tempo real e controlar os movimentos do robô, movimentando para frente, trás, direita e esquerda.

3.2.2. Descrição das Funcionalidades do sistema PIA Robot Manager

O sistema PIA Robot possui três divisões de suas funcionalidades, sendo elas: Cadastros, Gerenciamento de usuários e Controle do robô à distância.

3.2.2.1. Cadastros

- Cadastro de robôs: o administrador do sistema pode cadastrar novos robôs, cada robô precisa ter todos os dados referentes à sua construção coletados e cadastrados no sistema, garantindo a integridade da identidade e características de cada robô.
- Cadastro de componentes dos robôs: o sistema permite o cadastro de novos componentes que os robôs podem ter. Por exemplo: sensor ultrasônico HC-SR04.

- Cadastro de tipos de componentes: cada componente pode possuir apenas um tipo de componente. O sistema permite o cadastro de tipos de componente.
- Cadastro de usuários: o administrador/usuário-proprietário pode cadastrar novos usuários no sistema, coletando dados pessoais, endereço e, o mesmo cria o login e a senha para o usuário.

3.2.2.2. Controle do robô à distância

- Vídeo transmitido pelo robô em tempo real: o usuário consegue visualizar na sua tela do sistema o vídeo que esta sendo capturado pelo robô sempre.
- Controlar o robô: o usuário pode controlar o robô usando os botões do sistema, tais eles que enviam o comando para o robô em tempo real na direção desejada pelo usuário, a direção pode ser para frente, trás, direita ou esquerda.

3.2.3. Descrição do robô PIA Robot

O robô PIA Robot é composto por dois módulos, sendo o módulo autônomo e o módulo de controle manual via sistema web PIA Robot Manager, a descrição dos módulos segue abaixo.

3.2.3.1 Módulo autônomo

O PIA Robot possui o módulo autônomo, este módulo permite que o robô se movimente por ambientes sem bater em objetos, pessoas, móveis desde que o mesmo esteja em um ambiente plano. Neste módulo toda a programação esta no Arduíno. O Arduíno recebe as distâncias dos sensores ultrasônicos com relação aos

objetos a frente dos ultrasônicos, com essa distância o Arduino determina se continua para frente ou para e inverte a direção do movimento.

3.2.3.2 Módulo controle manual via Sistema PIA Robot Manager

O PIA Robot pode ser controlado pelo sistema web PIA Robot Manager. Através do sistema web o usuário pode se conectar com o robô e controla-lo com comandos para frente, trás, direita e esquerda. O vídeo transmitido em tempo real pelo robô demonstra cada ação do robô no ambiente.

3.2.4. Descrição das Funcionalidades do robô PIA Robot

3.2.4.1. Módulo autônomo

- Movimentar: o robô com suas esteiras pode se movimentar com velocidade de 120 pulsos/segundo.
- Identificar obstáculos: com os sensores distribuídos pelo robô, o mesmo pode identificar objetos, pessoas e móveis para posteriormente desviar dos mesmos.
- Desviar de objetos: após a detecção de objetos, pessoas ou móveis o PIA Robot para por 2 segundos e vira para a direita ou para a esquerda evitando a colisão com objetos.

3.2.4.2. Módulo controle manual via sistema PIA Robot Manager

- Ligar o robô: ao acessar o robô via sistema o robô recebe um comando de ligar. O mesmo começa a funcionar após o acesso e o módulo autônomo é desativado.

- Movimentos através de comandos: o robô é capaz de interpretar os comandos recebidos via web e executar os comandos após 2 segundos depois do comando enviado via sistema web.
- Desligar o robô: o robô pode ser desligado através do comando via sistema web.

3.2.5. Marcos do Projeto

Este projeto possui 6 marcos durante o desenvolvimento, no quadro 3 há cada marco com sua atividade definida.

Marco 1	Definição do robô/sistema web e suas funcionalidades
Marco 2	Construção do Robô
Marco 3	Finalização do desenvolvimento do sistema web
Marco 4	Integração do Robô com o PIA Robot Manager
Marco 5	Robô Autônomo/Manual com suas funcionalidades testadas
Marco 6 Data limite: 15/03/2013	Produtos validados e testados através de demonstrações

QUADRO 3 – MARCOS DO PROJETO (PLANILHA EXCEL, 2012)

3.2.6. Exclusões do Projeto

- O módulo de controle manual do PIA Robot apenas funcionará se houver conexão com a internet.
- O PIA Robot não sobe ou desce níveis, andando apenas em superfícies planas, podendo cair se houver desnível para baixo.
- Funcionalidades não descritas neste projeto não serão desenvolvidas neste presente projeto.
- O robô não possui Inteligência Artificial
- O PIA Robot não possui mãos neste presente projeto.
- O sistema PIA Robot Manager só roda no navegador Google Chrome.

4. METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentadas as metodologias utilizadas para o desenvolvimento do sistema web e do robô. São apresentados também o ambiente de hardware utilizado, linguagem de programação utilizada no projeto, a ergonomia de interfaces, modelagem de dados e o plano de atividades deste projeto.

4.1. AMBIENTE DE HARDWARE

Segue a descrição completa das conFIGURAções do computador utilizado no desenvolvimento deste projeto.

Notebook

- Placa Mãe: Sony Vaio
- Processador: AMD Athlon II Dual Core 15,5" 2.1GHz 4GB 320GB
- Memória: 4096 MB
- Disco Rígido: 500 GB
- Placa de Vídeo: AMD RADEON 4650 de 1GB
- Sistema Operacional: Microsoft Windows 7 Ultimate 64 bits

4.2. SOFTWARES UTILIZADOS

Segue a descrição das ferramentas que foram utilizadas para o desenvolvimento deste projeto.

- IDE NETBEANS 7.1.2: ferramenta de desenvolvimento.
- ASTAH COMMUNITY: criação dos diagramas UML.
- TORTOISE SVN: controle de versão para Microsoft Windows, utilizado como ferramenta de desenvolvimento.
- NOTEPAD ++: edição e desenvolvimento de códigos de programação.
- GOOGLE CHROME: navegador para testes de interface.
- MOZILLA FIREFOX: navegador para teste de interface.

- WBS CHART PRO: criação do Diagrama WBS.
- MICROSOFT WORD 2010: elaboração da documentação no projeto.
- MICROSOFT POWERPOINT: criação da apresentação gráfica do projeto.
- SPSS: software aplicativo para realizar pesquisa de mercado, importante para reduzir custos e aumentar a lucratividade do projeto.
- PostgreSQL: sistema gerenciador de banco de dados.
- GANTT PROJECT: desenvolvimento do Diagrama de Gantt.
- DB DESIGNER: desenvolvimento do projeto de banco de dados.
- ARDUINO IDE: aplicação multiplataforma escrita em Java utilizada para programação e desenvolvimento, que compila e carrega programas para a placa Arduino.

4.3. LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

O sistema PIA Robot Manager foi desenvolvido utilizando as linguagens Java Server Pages (JSP) e a linguagem de programação padrão para Arduino, que tem origem em Wiring, que seria essencialmente C/C++. Essa linguagem de programação para Arduino, tem como principal característica, ser fácil de ser usada por pessoas que não tem um conhecimento prévio dela. A vantagem encontrada em utilizar a linguagem JSP é a portabilidade de plataforma, que permite sua execução em diversos sistemas operacionais. O banco de dados utilizado para armazenar os dados foi o PostgreSQL, que é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) Relacional, utilizado para armazenar informações de soluções de informática em todas as áreas de negócios existentes, bem como administrar o acesso a estas informações.

4.4. INTERFACE HUMANO-COMPUTADOR

Ao se elaborar um programa deve-se perguntar que atributos de facilidade de uso devem ser considerados para possibilitar a interação, aprendizagem e satisfação do usuário.

Segundo Card, Moran e Newell, a IHC:

“Os sistemas devem ser projetados de forma a atender às necessidades e se acomodar às capacidades das pessoas às quais eles são endereçados.”
(MORAN, 1981)

4.4.1. Estudo das cores

As cores interferem nos sentidos, emoções e intelecto, podem ser usadas para atingir objetivos específicos o que resulta em interfaces mais poderosas.

No nosso trabalho decidimos utilizar as cores branco, preto, azul e cinza.

A escolha do branco foi devido ao fato de possuir maior leveza ao atrair atenção para o fundo claro, fornecendo máxima legibilidade para um texto escuro. Associações do branco: neve, pureza, inocência, paz, leveza e limpeza. Em contraposição dependendo do ambiente em que é aplicado remete frio, hospital, vulnerabilidade, palidez fúnebre e rendição.

A escolha do preto deve-se ao fato de se tornar mais legível quando em contraste com fundos claros. Associações do preto: noite, carvão, poder, estabilidade e solidez. Em contraposição dependendo do ambiente em que é aplicado remete medo, vazio, morte, segredos e anonimato.

O cinza é uma cor que reduz as conotações emocionais. É uma boa cor de fundo para a maioria das interfaces pois estabelece um nível intermediário de adaptação, minimiza o contraste entre a cor mais escura e a mais clara, amortecendo o choque visual ao se passar de uma para outra.

O azul remete a cor do céu e do mar, sugerindo ar, espaço e profundidade. É uma cor fria e suave, que transparece tranquilidade. É uma cor que simboliza autoridade e espiritualidade, sendo a cor mais usada nas bandeiras nacionais e em qualquer circunstância social.

De acordo com o Professor Mestre Ruy Alexandre Generoso da Universidade Salgado de Oliveira de Belo Horizonte, MG:

“Sem mesmo perceber, uma pessoa pode simplesmente rejeitar um sistema por questão de não adequação às cores empregadas. Por ser capaz de interferir nos sentidos, emoções e intelecto, deve ser usada para atingir objetivos específicos de forma que encaminhe o sistema para a aceitação total do usuário. Por ser capaz de interferir nos sentidos, emoções e intelecto, deve ser usada para atingir objetivos específicos de forma que encaminhe o sistema para a aceitação total do usuário. “
(GENEROSO, 2005)

4.5. METODOLOGIA UTILIZADA

Neste projeto há dois produtos finais, a FIGURA 16 exibe a divisão dos módulos de ambos os produtos. Para um melhor entendimento dos itens e subitens do desenvolvimento de cada produto houve a necessidade da divisão entre Metodologia Utilizada na construção do PIA Robot (Item 4.5.1) e Metodologia utilizada para Sistema web PIA Robot Manager (Item 4.5.2). Sendo abordada a seguir a metodologia utilizada na construção do robô PIA Robot.

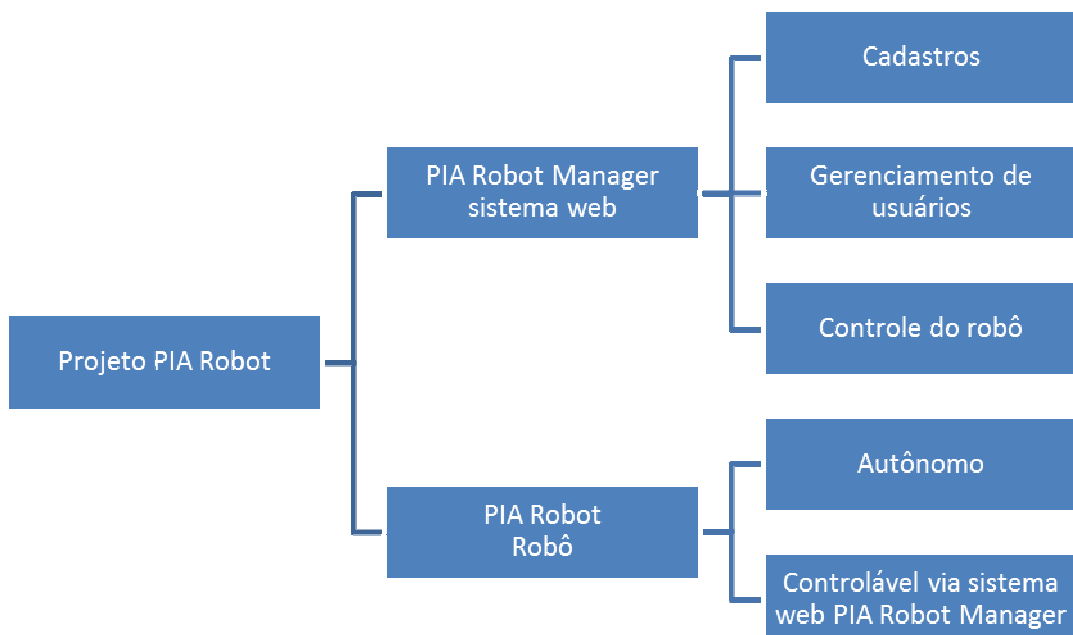


FIGURA 16 – ORGANOGRAMA DOS MÓDULOS DO PROJETO PIA ROBOT

4.5.1. METODOLOGIA UTILIZADA – ROBÔ PIA ROBOT

A construção e idealização do robô PIA Robot está dividida em três fases (FIGURA 17). O modelo de gerenciamento de projeto utilizado nesta parte do projeto foi o Modelo Incremental. O PIA Robot não era um produto final definido no início do projeto, o uso do Modelo Incremental permitiu a atualização das versões do robô de acordo com as novas ideias e necessidades que surgiram.

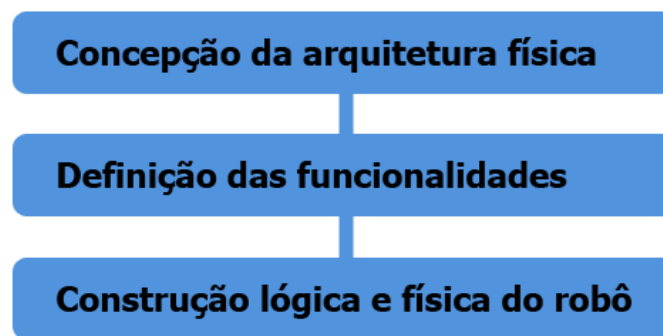


FIGURA 17 – FASES DA CONSTRUÇÃO DO ROBÔ

Nas seções seguintes cada fase será descrita, desde a idealização até a finalização da construção do robô PIA Robot.

4.5.1.1 Fase 1 - Concepção da arquitetura física

Todo o projeto foi idealizado como um conjunto de dispositivos e softwares. A comunicação entre eles foi imprescindível para o sucesso desta fase, sem a comunicação I/O entre os dispositivos este projeto não poderia sair do papel, neste âmbito para que o robô funcione completamente é necessário que o mesmo interaja com alguns dispositivos e softwares. A FIGURA 18 mostra a arquitetura de comunicação do robô.

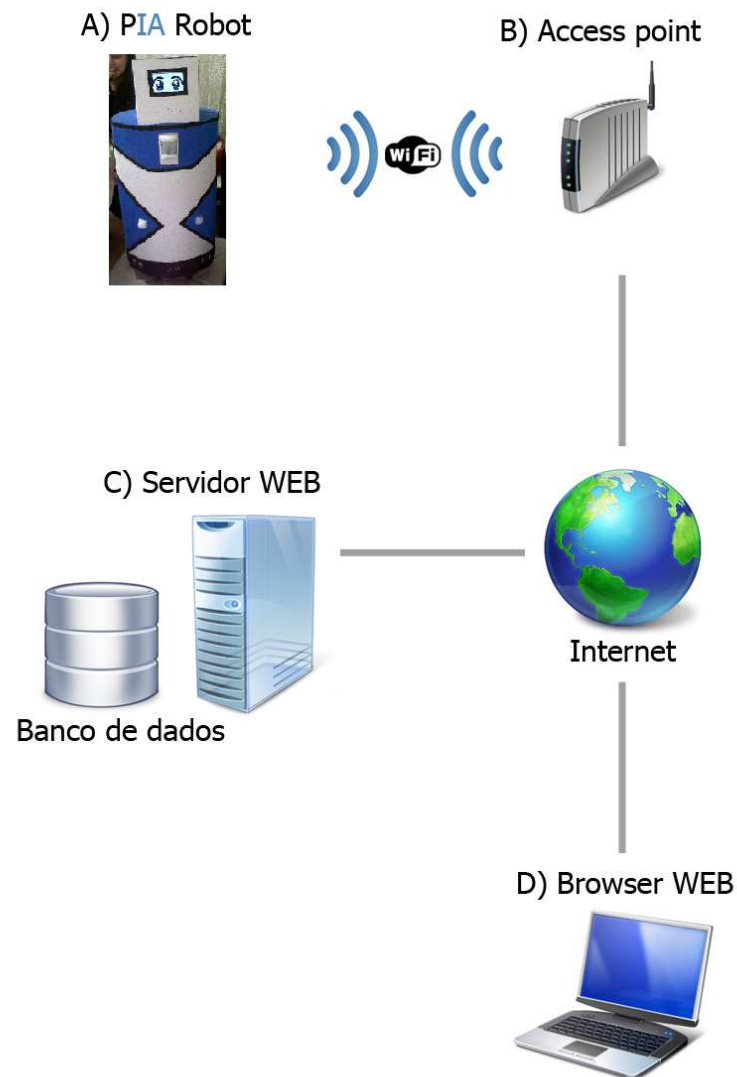


FIGURA 18 - ARQUITETURA DE COMUNICAÇÃO DO PIA ROBOT

A definição de cada componente da FIGURA 18 segue abaixo:

- A) PIA Robot: É o robô, ele só se comunica com o servidor do robô;
- B) Servidor do robô: Responsável pelo controle do robô, ele se comunica com todos os outros softwares;
- C) Servidor web: É este o servidor que contém a base de dados do sistema, ele é responsável por conectar um usuário ao robô dele;
- D) Sistema web: Neste sistema, o usuário pode se conectar a um robô. Ao realizar essa conexão, o usuário pode verificar o que se passa pela câmera

do robô e iniciar o controle manual fazendo com que a locomoção do robô deixe de ser automática e passe a ser comandada pelo usuário;

4.5.1.2. Fase 2 - Definição das funcionalidades do robô PIA Robot

As funcionalidades do projeto são divididas nos dois módulos que o robô possui. O robô possui funcionalidades no módulo autônomo e funcionalidades no módulo manual controlado pelo sistema web PIA Robot Manager. Nesta seção são definidas as funcionalidades de cada módulo do robô.

4.5.1.2.1. Módulo manual controlado pelo sistema web PIA Robot Manager

O PIA Robot possui um sistema web, que será responsável pelo controle via internet do robô. Cada robô tem seu proprietário com seus usuários (apenas o administrador pode delegar quem pode acessar via web o robô). Para ter acesso ao sistema o usuário precisa ter o login e senha cadastrados pelo administrador. Após a validação do usuário, o sistema mostrará a tela de controle manual do robô, mostrado na FIGURA 19, está é a tela principal do sistema, onde o usuário poderá monitorar o ambiente que desejar acompanhando pelo vídeo que a câmera transmite. Com comandos para frente, trás, lados direito e esquerda o robô recebe os comandos que o usuário enviar.

Todos os detalhes do sistema web PIA Robot Manager são definidos na seção 4.5.2. Metodologia utilizada – Sistema web PIA Robot Manager.



FIGURA 19 - TELA PRINCIPAL DO SISTEMA WEB PIA ROBOT MANAGER

4.5.1.2.2. Módulo autônomo do robô PIA Robot

O PIA Robot é autônomo e para tal funcionalidade possui 3 sensores ultrasônicos e 2 LEDs.

O módulo autônomo do robô PIA Robot possui como principal função a interpretação da comunicação I/O entre o Arduino e os sensores que o robô possui. Todo ambiente em que o robô está emite informações para o Arduino, e as informações virão dos sensores ultrasônicos que estão localizados no corpo do robô. Cada novo objeto no ambiente é detectado pelos sensores e dependendo da distância o robô desvia ou não do obstáculo.

Os principais sensores utilizados no robô são os ultrasônicos. Os sensores de proximidade ultrasônicos podem ser usados como dispositivos de detecção sem contato em muitas áreas da automação. Permitem detectar de forma precisa, flexível e confiável objetos de materiais, formas, cores e texturas diversos.

Cada sensor utilizado neste projeto possui a responsabilidade de perceber o ambiente, o Arduíno processa os dados recebidos dos sensores que manda comandos para os motores e para os LEDs.

Na fase construção física e lógica do robô neste capítulo há os detalhes de cada sensor que foram utilizados neste projeto.

4.5.1.3. Fase 3 - Construção lógica e física do robô

O PIA Robot no módulo autônomo é um robô que pode se movimentar em um ambiente com obstáculos sem desníveis, identificando objetos, móveis ou pessoas e desviando dos mesmos. O robô utiliza sensores e o microcontrolador Arduíno para o reconhecimento do ambiente.

A seguir há a definição de cada dispositivo que compõe este projeto e que estão representados na FIGURA 18:

- A) PIA Robot: Parte física do sistema, que é controlada pelo microcontrolador do Arduíno, utilizando a placa de circuitos Arduíno UNO (FIGURA 20), executando seus dispositivos de hardware como os servos motores, LEDs, sensores ultrasônicos, sensores de pressão e de movimento. A parte lógica utiliza a programação da própria IDE do Arduíno que utiliza funções em C e C++. Para se conectar a rede WI-FI é utilizado o WIShield conectado na placa Arduíno(FIGURA 20);

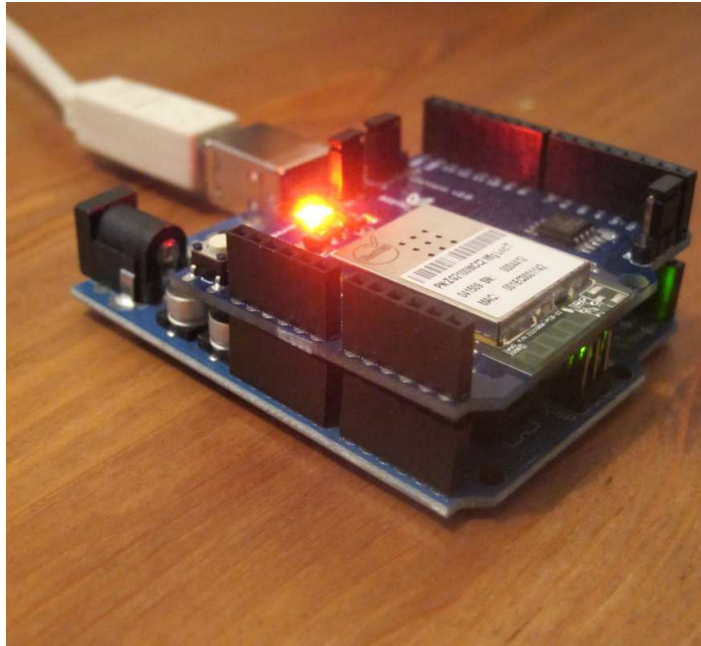


FIGURA 20. MICROCONTROLADOR ARDUÍNO COM O WISHIELD (“CÉREBRO” DO PIA ROBOT)

- B) Servidor do robô: A Estrutura física do servidor deve ser um computador com um sistema operacional que suporte Java e esteja conectado a rede do PIA Robot. A parte lógica deste servidor é uma aplicação em Java que troca mensagens de controle com o robô através de socket, onde o robô simula um servidor socket.
- C) Servidor web: A Estrutura física do servidor web deve ser um computador com um sistema operacional que suporte Java e o Banco de dados PostgreSQL e esteja conectado a internet. A parte lógica deste servidor é um sistema desenvolvido em Java para web responsável pela base de dados do sistema, que será PostgreSQL e pela hospedagem do sistema web.
- D) Sistema web: O sistema web é responsável por controlar cadastros de robôs, componentes dos robôs, tipos de componentes, usuários, permissões e realizar o controle manual de um robô PIA Robot. Pelo controle manual, o usuário pode ver o que está se passando na câmera do robô e realizar a locomoção do mesmo.

O robô PIA Robot possui 3 sensores ultrasônicos do modelo HC-SR04 (FIGURA 21). Este sensor é o principal sensor deste módulo e é responsável pelo mapeamento e reconhecimento de objetos com capacidade de alcance de dois cm até quatro metros.

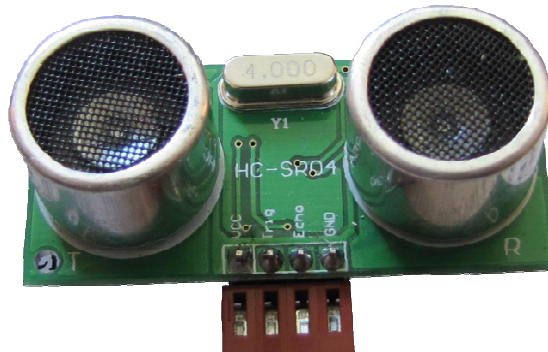


FIGURA 21 - HC-SR04 DISPOSITIVO ULTRASÔNICO PARA DETECÇÃO DE OBSTÁCULOS

O sensor ultrasônico HC-SR04 trabalha com ondas acústicas e emite pulso curto de 40 kHz. A onda sonora é enviada e quando a mesma toca em algum objeto o som é retornado para o sensor. No desenho abaixo há a simbolização do efeito que ocorre entre o sensor e o objeto.

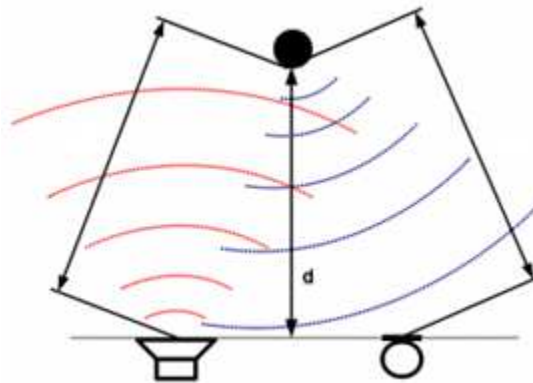


FIGURA 22 - DEMONSTRAÇÃO DO SINAL ULTRASÔNICO

Neste caso, a distância do objeto e do sensor é d , a onda percorrerá a distância de $2d$ entre o sensor para o objeto e o retorno (eco) para o sensor.

O PIA Robot possui três sensores HC-SR04 que são responsáveis pelo reconhecimento de objetos durante os movimentos do robô. A disposição de cada sensor no robô foi definida pela necessidade de acompanhamento de cada direção

que o robô no modo autônomo pode se movimentar. Com as distâncias em centímetros que os sensores transmitem para o Arduino é possível escolher a melhor rota para o robô desviando de objetos que estão mais a sua esquerda ou a sua direita.

No fluxograma da FIGURA 23 há a demonstração de como os três sensores ultrasônicos HC-SR04 atuam no PIA Robot no módulo autônomo. O Arduino recebe a distância e transforma em centímetros os dados emitidos pelos ultrasônicos referente as distâncias que cada sensor recebeu pelo pulso emitido, todo o processamento neste momento ocorre na placa Arduino. O robô possui a capacidade de escolher qual é o melhor lado para desviar do obstáculo à frente do mesmo.

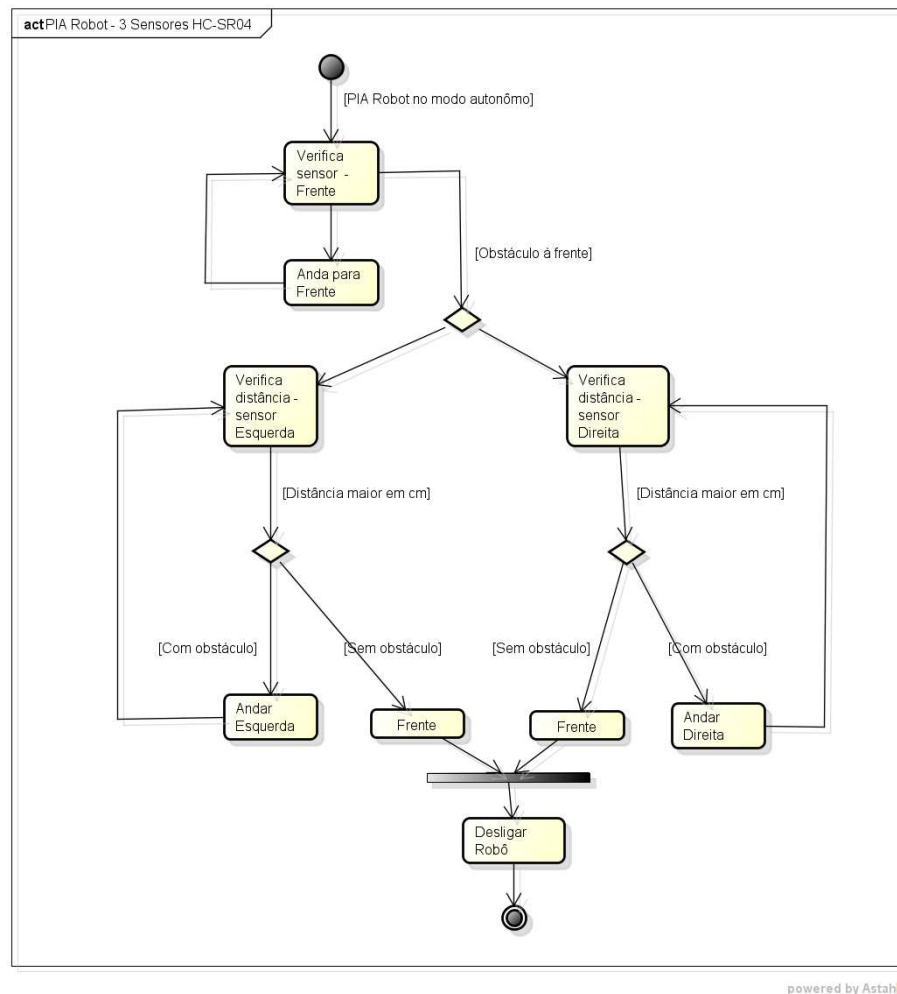


FIGURA 23 – FLUXOGRAMA DA ATUAÇÃO DOS ULTRASÔNICOS

Para o controle de todos os componentes e sensores do PIA Robot foram utilizadas duas placas Arduino, ambas do modelo UNO.

O Arduíno UNO é uma placa de microcontrolador baseado no ATmega328. Ele tem 14 pinos de entrada/saída digital, dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM, 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16 MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação, uma conexão ICSP e um botão de reset. Ele contém todos os componentes necessários para suportar o microcontrolador. Para seu uso, basta conectá-lo a um computador via porta USB ou alimentá-lo com uma fonte ou uma bateria.

No PIA Robot, ele é usado, juntamente com a placa Wifi-Shield como receptor de comandos enviados via sistema web. Estes comandos são transmitidos, via comunicação serial, para uma outra placa Arduíno. Esta segunda placa é Arduíno UNO também.

A FIGURA 24 representa a ligação eletrônica entre essas duas placas, os demais sensores instalados no PIA Robot e a protoboard, placa com furos e conexões condutoras para montagem de circuitos elétricos experimentais, que conecta todos os componentes eletrônicos do PIA Robot a placa Arduino UNO.

No PIA Robot foram utilizados três sensores ultrassônicos para melhor detecção de obstáculos.

O LED é um componente eletrônico semicondutor, ou seja, um diodo emissor de luz (L.E.D = Light emitter diode), mesma tecnologia utilizada nos chips dos computadores, que tem a propriedade de transformar energia elétrica em luz.

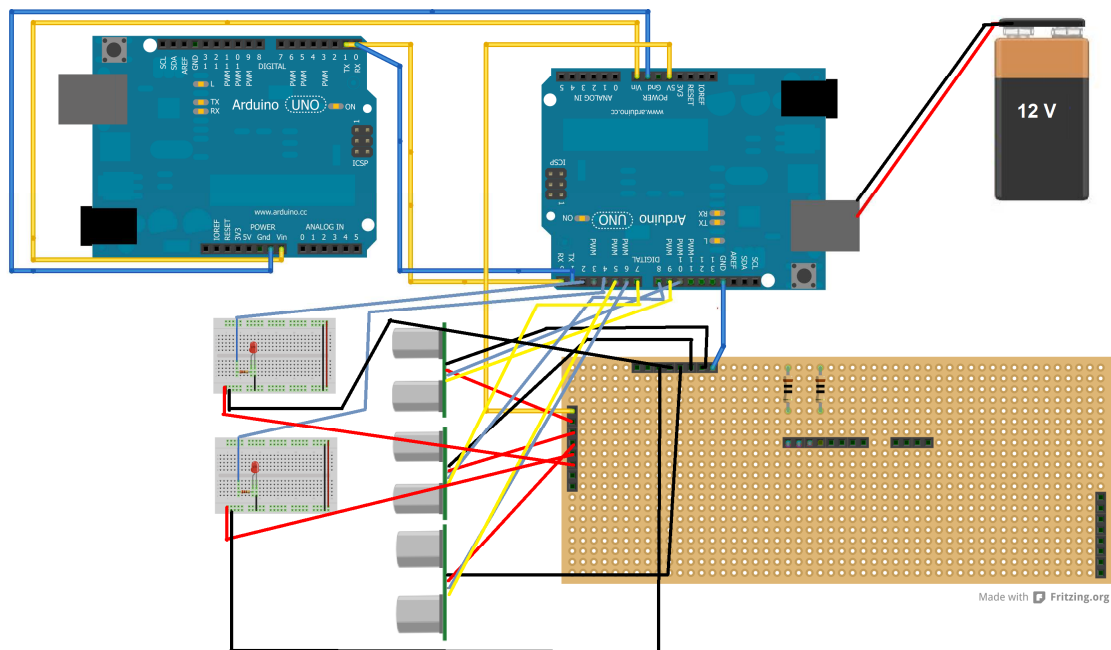


FIGURA 24 – DIAGRAMA DE COMPONENTES ELETRÔNICOS PIA ROBOT

Os movimentos do robô no módulo autônomo são definidos pelo processamento da distância entre objetos à sua frente, não tendo uma rota definida, ou seja, enquanto o robô não encontrar obstáculos o mesmo continuará a andar para frente. No capítulo 5 deste documento há mais informações sobre a validação e resultados obtidos com os sensores.

A câmera frontal do celular Motorola (FIGURA 25) acoplada ao robô captura o vídeo e o transmite online via conexão WI-FI para o sistema web PIA Robot. Para essa função de stream do vídeo o projeto PIA Robot utiliza a aplicação de stream de vídeo IP Webcam(KHLEBOVICH, 2012) desenvolvido e disponível para a plataforma Android. O desenvolvedor Pavel Khlebovich disponibiliza para download gratuito a aplicação que transforma o celular em uma câmera IP para stream de vídeo.



FIGURA 25 - MOTOROLA – CÂMERA INTEGRADA FRONTAL

O robô PIA Robot como descrito acima possui um celular acoplado na sua cabeça (FIGURA 33), este celular possui uma simples aplicação em Android que simula os olhos do robô. Na FIGURA 26 há os olhos do robô.

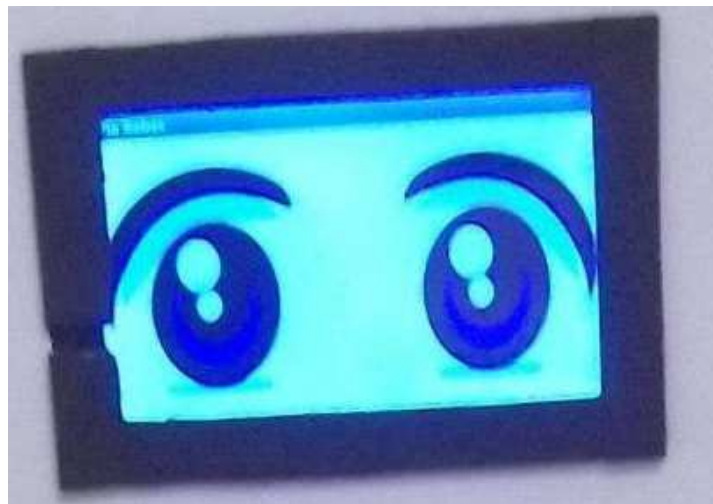


FIGURA 26 - OLHOS DO PIA ROBOT – CELULAR

Na base do robô (FIGURA 27) utilizamos os seguintes materiais para sua construção:

- 2 porta retrato de madeira MDF;

- 1 carro (brinquedo infantil) com motor;
- 1 rodinha pequena;
- 1 placa de ferro de suporte para a roda pequena traseira;
- 1 placa Arduino Motor Shield como controlador do motor do robô.

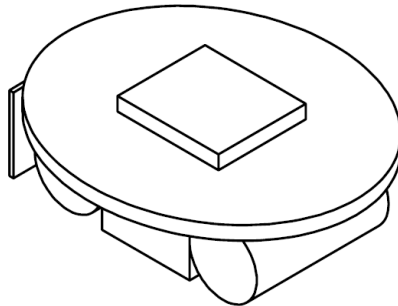


FIGURA 27 – BASE DO PIA ROBOT

A base do robô é composta pelos motores A(direita) e B(esquerda) que farão com que ele se movimente. Seus movimentos sempre serão inversos, quando o motor A for programado para frente, o motor B será programado para ir para trás, pois se forem programados para o mesmo movimento, o robô não sairá do lugar.

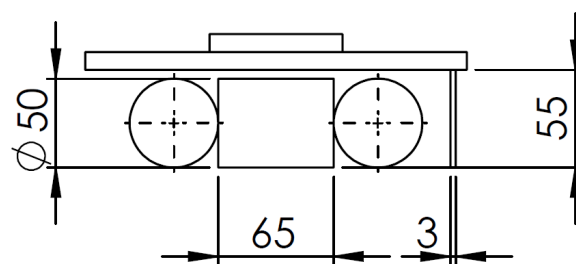


FIGURA 28 - BASE VISTA LATERALMENTE

Na estrutura do robô (FIGURAs 29 e 30) utilizamos os seguintes materiais para sua construção:

- 7 pedaços de madeira cortados em colunas de 30 cm cada;
- 8 placas de EVA(Etileno-acetato de vinilo) , material emborrachado;

- 6 placas de plástico;
- 1 pedaço de madeira formato quadrado;
- 3 sensores ultrasônicos(detecção de proximidade);
- 2 LED(semicondutor de fonte de luz) de 5 mm, cor vermelha;
- 1 sensor PIR(detecção de presença);
- 1 display 16x2, cor azul, fundo branco, utilizado como a boca do robô;
- 1 placa Arduíno Uno;
- 1 placa Arduíno Mega;
- 1 fita Velcro de 5 metros;
- 3 pacotes de fio Jamber(conexão);
- 1 bateria de 12 volts;
- 3 tubos de cola super bonder;
- 1 pacote de parafusos;
- 1 placa perfurada;
- 1 interruptor;
- 1 pacote de fios;
- 2 pacotes de conectores;
- 1 terminal modu dourado para a conexão entre o display e a placa Arduíno;
- 3 pacotes de flat cabel colorido com 20 fios;
- 1 pacote de conectores fêmea.

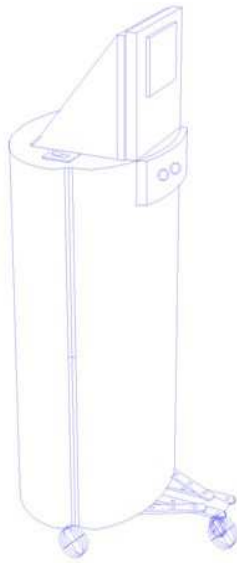


FIGURA 29 – VISÃO LATERAL - PIA ROBOT

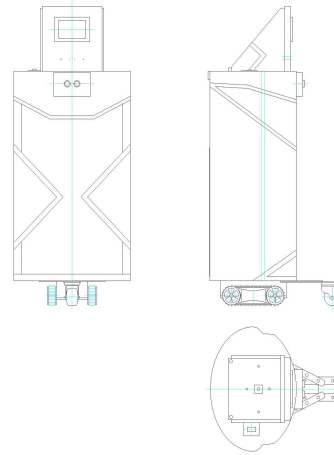


FIGURA 30 – FRENTE, LADO, CIMA

O PIA robot foi construído em etapas, iniciando pela base, onde estão as rodas e os motores, que são a parte fundamental para que o robô ande. Seguida pela estrutura, cabeça, sensores e por fim toda a ligação eletrônica. Toda a construção foi documentada com fotos e vídeos, conforme ilustram as FIGURAs 31, 32 e 33.



FIGURA 31 – FASE 1 CONSTRUÇÃO PIA ROBOT



FIGURA 32 – FASE 2 CONSTRUÇÃO PIA ROBOT



FIGURA 33 – PIA ROBOT FINALIZADO

4.5.2. METODOLOGIA UTILIZADA – SISTEMA WEB PIA ROBOT MANAGER

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do sistema web está dividida em três etapas. O modelo de gerenciamento de projeto utilizado foi o Modelo Cascata, a sequência do desenvolvimento decorreu conforme cada etapa era sendo finalizada e a evolução do projeto foi efetiva decorrente da organização, planejamento e gerenciamento que o modelo proporciona. As etapas deste módulo são:

1. Definição da modelagem do sistema e do banco de dados
2. Implantação da modelagem proposta
3. Implantação da comunicação entre robô e sistema

Nas próximas páginas será descrita cada etapa do sistema web PIA Robot Manager.

4.5.2.1 Primeira etapa: Definição da Modelagem do Sistema

A modelagem do sistema possui grande importância no projeto, pois delimita e condiciona a criação das funcionalidades do sistema. Na modelagem do sistema PIA Robot Manager foi utilizada a ferramenta UML. A seguir a modelagem do sistema é demonstrada através de diagramas.

4.5.2.1.1 Diagrama de Casos de Uso

O Diagrama de Casos de Uso captura e comunica o comportamento desejado que o sistema esta sujeito e, informa para usuários e clientes as funcionalidades que o sistema possuirá. O entendimento e identificação dos requisitos, telas, objetivo do sistema transmite tanto para o cliente quanto para a equipe de desenvolvimento as funcionalidades do sistema. O Diagrama de Casos de Uso tem papel fundamental na modelagem do sistema.

O diagrama de casos de uso do projeto PIA Robot Manager (FIGURA 34) possui 3 atores: visitante, usuário e administrador. Os atores podem se logar no sistema (Realizar Login) e dependendo de sua permissão terão acesso as ações liberadas. O administrador pode cadastrar novos robôs, componentes do robô, cadastrar novo usuário, liberar acesso ao robô e excluir usuário. O usuário comum pode além de se logar no sistema, como função principal pode verificar e controlar o robô que possui acesso.

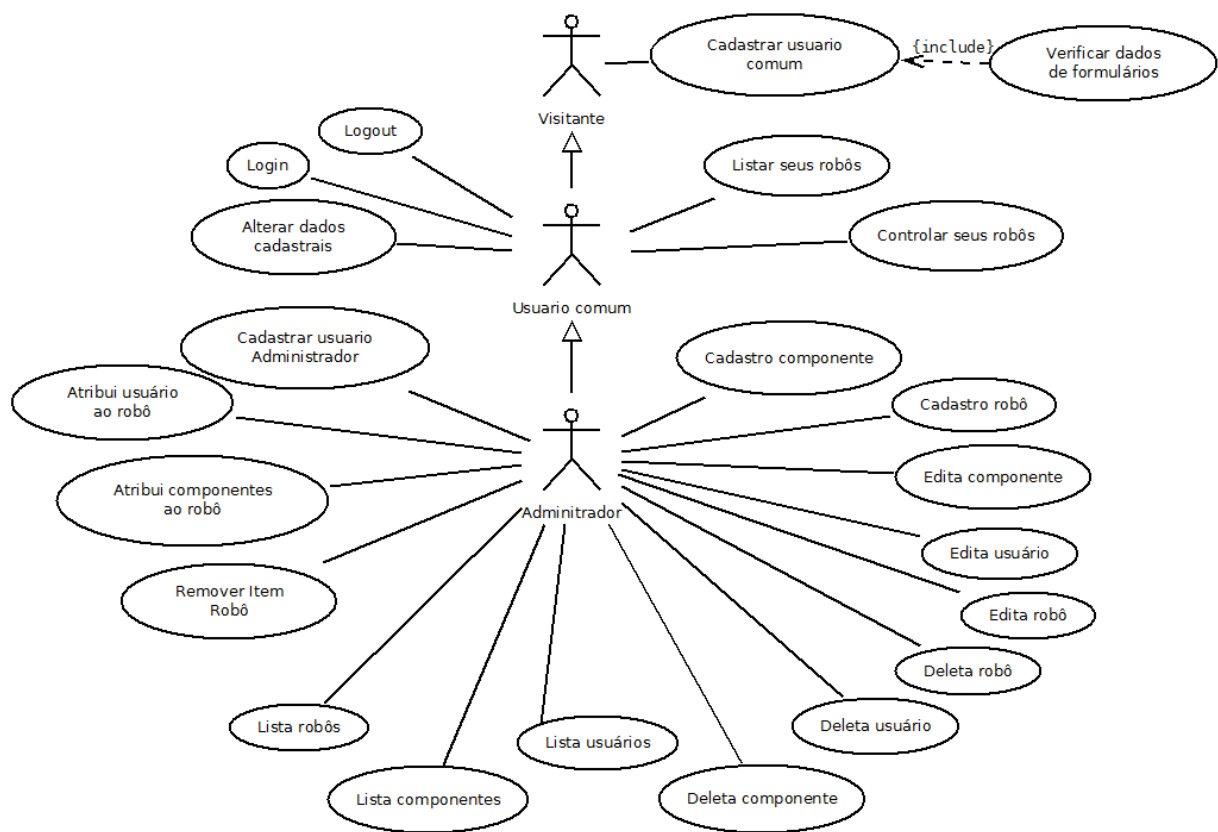


FIGURA 34 – DIAGRAMA DE CASOS DE USO PIA ROBOT MANAGER

4.5.2.1.2. Especificação dos Casos de Uso PIA Robot Manager

Caso de Uso	Cadastrar usuário comum
Descrição	Este caso de uso é utilizado para que um usuário qualquer possa se registrar no sistema.
Pré-condições	---
Pós-condições	O novo usuário deverá estar salvo no banco de dados.
Ator Envolvido	Administrador, Usuário comum e Visitante
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário preenche todos os campos obrigatórios do formulário. 2. O sistema verifica se o formulário foi preenchido corretamente, e salva todos os dados no banco.

Fluxos de Exceção	<p>E1. Dados incorretos, o sistema gera uma mensagem de erro informando o usuário sobre o ocorrido e retorna o caso de uso para que os dados sejam conferidos e corrigidos;</p> <p>E2. Clique no botão cancelar, o sistema retorna para a tela inicial.</p> <p>E3 – Login já existe, o sistema reporta uma mensagem para o usuário informando que o login desejado já existe.</p> <p>E4 – Senhas não conferem, o sistema alerta o usuário para que ele corrija os campos.</p>
--------------------------	---

QUADRO 4 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO CADASTRAR USUÁRIO

Caso de Uso	Login
Descrição	Este caso de uso serve para o usuário ou para o administrador se logar no sistema e ter autoridade para realizar operações.
Pré-condições	Usuário precisa estar registrado no sistema.
Pós-condições	Após este caso de uso o usuário será direcionado para sua página padrão e terá acesso as funcionalidades definidas para o seu perfil.
Ator Envolvido	Usuário comum ou administrador.
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário acessa a área para login; 2. Então digita suas credenciais; 3. O sistema valida as informações e o direciona para a página do usuário.
Fluxos de Exceção	E1. O usuário não está cadastrado, o sistema irá reportar uma mensagem dizendo que o login ou senha digitada

	está incorreto.
--	-----------------

QUADRO 5 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO LOGIN

Caso de Uso	Logout
Descrição	Este caso de uso encerra a sessão do usuário que está logado ao sistema.
Pré-condições	O usuário deverá estar logado no sistema.
Pós-condições	Após a execução desse caso de uso, a sessão do usuário será encerrada e ele não estará mais apto a usar funções específicas do sistema.
Ator Envolvido	Usuário comum ou Administrador.
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário clica no botão de logout; 2. O sistema o direciona para a tela inicial e encerrará o caso de uso.
Fluxos de Exceção	--

QUADRO 6 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE LOGOUT

Caso de Uso	Listar seus robôs
Descrição	Este caso de uso serve para que o usuário consiga acessar a lista de todos os robôs que ele tem acesso.
Pré-condições	O usuário deve estar logado no sistema e ter robôs registrados.
Pós-condições	O sistema irá retornar uma lista com todos os robôs que o usuário tem acesso na tela.
Ator Envolvido	Usuário e Administrador
Fluxo de eventos	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário clica na seção “ADMINISTRATION

Principais	<p>ROBOTS” localizado na tela inicial após o seu login;</p> <p>2. O sistema irá direcioná-lo para a tela com todos os robôs disponíveis para ele e o caso de uso se encerrará.</p>
Fluxos de Exceção	E1. Usuário não credenciado, o sistema irá reportar para o usuário e direcioná-lo para a tela de login.

QUADRO 7 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO LISTAR SEUS ROBÔS

Caso de Uso	Controlar seus robôs
Descrição	O caso de uso permite ao usuário controlar robôs que ele tenha acesso.
Pré-condições	Usuário estar logado no sistema e ter robôs disponíveis para acesso.
Pós-condições	O usuário será direcionado para uma tela com o controle do robô.
Ator Envolvido	Administrador e Usuário
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário clica na seção “ADMINISTRATION ROBOTS” localizado na tela inicial após o seu login; 2. O sistema irá direcioná-lo para a tela com todos os robôs disponíveis para ele; 3. Então ele escolhe o robô a qual deseja controlar; 4. O sistema irá direcioná-lo para a tela com os controles do robô.
Fluxos de Exceção	E1. Nenhum robô cadastrado, o sistema irá apenas

	mostrar uma mensagem na lista alertando o usuário que nenhum robô está disponível.
--	--

QUADRO 8 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO CONTROLAR SEUS ROBÔS

Caso de Uso	Alterar dados cadastrais
Descrição	Nesse caso de uso o usuário conseguirá alterar seus dados de cadastro.
Pré-condições	Usuário estar logado no sistema.
Pós-condições	Os dados alterados serão salvos no banco de dados.
Ator Envolvido	Usuário, Administrador.
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário entra na seção de edição de dados cadastrais; 2. O sistema o redirecionará para a tela de edição com os campos já preenchidos; 3. O usuário altera os campos que julgar necessário e clica no botão editar; 4. O sistema efetua as modificações salvando-as no banco de dados; 5. O sistema mostra uma mensagem para o usuário o alertando que a operação foi realizada com sucesso.
Fluxo de Exceção	<p>E1. Campos obrigatórios não preenchidos, o sistema ira mostrar uma mensagem para que o usuário o preencha.</p> <p>E2. O usuário clica em voltar.</p>

QUADRO 9 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO ALTERAR DADOS CADASTRAIS

Caso de Uso	Cadastro componente
Descrição	Este caso de uso permite ao administrador do sistema cadastrar novos componentes (peças)
Pré-condições	O usuário deve estar logado no sistema como administrador.
Pós-condições	O novo componente será salvo no banco de dados.
Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O administrador clica na seção de componentes em sua tela inicial; 2. O sistema o redireciona para uma tela com todos os componentes cadastrados; 3. O administrador clica no botão de novo usuário; 4. O sistema o redireciona para a tela com o formulário para cadastrar o novo componente; 5. O administrador preenche o formulário e clica no botão para salvar; 6. O sistema efetua o cadastro, retorna uma mensagem para o usuário e o caso de uso se encerra.
Fluxo de Exceção	E1. Campos obrigatórios não preenchidos: o sistema irá reportar uma mensagem para que o usuário preencha esse campo.

QUADRO 10 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO CADASTRO COMPONENTE

Caso de Uso	Cadastra robô
Descrição	Este caso de uso permite ao administrador realizar o cadastro de novos robôs no sistema.

Pré-condições	O usuário deve estar logado no sistema como administrador.
Pós-condições	O novo robô será salvo no banco de dados.
Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O administrador clica na seção de robôs em sua tela inicial; 2. O sistema o redireciona para uma tela com todos os robôs cadastrados; 3. O administrador clica no botão de novo robô; 4. O sistema o redireciona para a tela com o formulário para cadastrar o novo robô; 5. O administrador preenche o formulário e clica no botão para salvar; 6. O sistema efetua o cadastro, retorna uma mensagem para o usuário e o caso de uso se encerra.

QUADRO 11 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO CADASTRA ROBÔ

Caso de Uso	Edita componente
Descrição	Este caso de uso permite ao administrador editar componentes.
Pré-condições	<p>O usuário deve estar logado no sistema como administrador;</p> <p>É necessária a existência de componentes cadastrados.</p>
Pós-condições	Os dados do componente devem ser alterados e salvos no banco de dados.

Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O administrador clica na seção de componentes em sua tela inicial; 2. O sistema o redireciona para uma tela com todos os componentes cadastrados; 3. O administrador escolhe o componente que deseja editar e clica no botão referente a edição; 4. O sistema o leva para uma tela com o formulário para a edição do componente; 5. O administrador preenche o formulário e clica em editar; 6. O sistema salva as alterações realizadas e o caso de uso se encerrará.
Fluxo de Exceção	E1. Campo obrigatório não preenchido

QUADRO 12 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO EDITA COMPONENTE

Caso de Uso	Edita usuário
Descrição	Este caso de uso permite ao administrador editar usuários.
Pré-condições	<p>O usuário deve estar logado no sistema como administrador;</p> <p>É necessária a existência de usuários cadastrados.</p>
Pós-condições	Os dados do usuário devem ser alterados e salvos no banco de dados.
Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O administrador clica na seção de usuários em sua tela inicial;

	<ol style="list-style-type: none"> 2. O sistema o redireciona para uma tela com todos os usuários cadastrados; 3. O administrador escolhe o usuário que deseja editar e clica no botão referente a edição; 4. O sistema o leva para uma tela com o formulário para a edição do usuário; 5. O administrador preenche o formulário e clica em editar; 6. O sistema salva as alterações realizadas e o caso de uso se encerrará.
Fluxo de Exceção	<p>E1. Campo obrigatório não preenchido</p> <p>E.2 Botão cancelar pressionado, o sistema retorna para a tela anterior;</p>

QUADRO 13 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO EDITA USUÁRIO

Caso de Uso	Edita robô
Descrição	Este caso de uso permite ao administrador editar robôs.
Pré-condições	<p>O usuário deve estar logado no sistema como administrador;</p> <p>É necessária a existência de robôs cadastrados.</p>
Pós-condições	Os dados do robô devem ser alterados e salvos no banco de dados.
Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O administrador clica na seção de robôs em sua tela inicial; 2. O sistema o redireciona para uma tela com todos os

	<p>robôs cadastrados;</p> <p>3. O administrador escolhe o robô que deseja editar e clica no botão referente à edição;</p> <p>4. O sistema o leva para uma tela com o formulário para a edição do robô;</p> <p>5. O administrador preenche o formulário e clica em editar;</p> <p>6. O sistema salva as alterações realizadas e o caso de uso se encerrará.</p>
Fluxo de Exceção	E1. Campo obrigatório não preenchido

QUADRO 14 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO EDITA ROBÔ

Caso de Uso	Deleta robô
Descrição	Este caso de uso permite ao administrador deletar robôs.
Pré-condições	<p>O usuário deve estar logado no sistema como administrador;</p> <p>É necessária a existência de robôs cadastrados.</p>
Pós-condições	Os dados do robô deverão ser removidos do banco de dados.
Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	<p>1. O administrador clica na seção de robôs em sua tela inicial;</p> <p>2. O sistema o redireciona para uma tela com todos os robôs cadastrados;</p> <p>3. O administrador escolhe o robô que deseja deletar e</p>

	<p>clica no botão referente à remoção;</p> <p>4. O sistema reporta uma mensagem para o usuário o alertando que o usuário foi deletado com sucesso.</p>
--	--

QUADRO 15 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO DELETA ROBÔ

Caso de Uso	Deleta usuário
Descrição	Este caso de uso permite ao administrador deletar usuários.
Pré-condições	<p>O usuário deve estar logado no sistema como administrador;</p> <p>É necessária a existência de usuários cadastrados.</p>
Pós-condições	Os dados do robô devem ser alterados e salvos no banco de dados.
Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O administrador clica na seção de usuários em sua tela inicial; 2. O sistema o redireciona para uma tela com todos os usuários cadastrados; 3. O administrador escolhe o usuários que deseja deletar e clica no botão referente à remoção; 4. O sistema reporta uma mensagem para o administrador o alertando que o usuário foi deletado com sucesso.

QUADRO 16 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO DELETA ROBÔ

Caso de Uso	Deleta componente
--------------------	--------------------------

Descrição	Este caso de uso permite ao administrador deletar componentes.
Pré-condições	O usuário deve estar logado no sistema como administrador; É necessária a existência de componentes cadastrados.
Pós-condições	Os dados do robô devem ser alterados e salvos no banco de dados.
Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O administrador clica na seção de componentes em sua tela inicial; 2. O sistema o redireciona para uma tela com todos os componentes cadastrados; 3. O administrador escolhe o componente que deseja deletar e clica no botão referente à remoção; 4. O sistema reporta uma mensagem para o administrador o alertando que o componente foi deletado com sucesso.

QUADRO 17 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO DELETA COMPONENTE

Caso de Uso	Lista usuários
Descrição	Este caso de uso permite ao administrador listar todos os usuários cadastrados.
Pré-condições	O usuário deve estar logado no sistema como administrador; É necessária a existência de usuários cadastrados.
Pós-condições	O sistema irá mostrar uma lista com todos os usuários cadastrados no sistema.

Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. Na tela inicial após o login, o administrador clica na seção de usuários; 2. O sistema retornar logo em seguida uma tela com a lista de todos os usuários cadastrados no sistema.
Fluxo de Exceção	E1. Nenhum usuário cadastrado

QUADRO 18 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO LISTA USUÁRIOS

Caso de Uso	Lista componentes
Descrição	Este caso de uso permite ao administrador listar todos os componentes cadastrados.
Pré-condições	<p>O usuário deve estar logado no sistema como administrador;</p> <p>É necessária a existência de componentes cadastrados.</p>
Pós-condições	O sistema irá mostrar uma lista com todos os componentes cadastrados.
Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O usuário clica na seção de componentes já em sua tela inicial; 2. O sistema retornar uma lista com todos os componentes que já foram cadastrados no sistema.
Fluxo de Exceção	E1. Nenhum componente cadastrado

QUADRO 19 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO LISTA COMPONENTES

Caso de Uso	Lista robôs
Descrição	Este caso de uso permite ao administrador listar todos os

	robôs cadastrados.
Pré-condições	O usuário deve estar logado no sistema como administrador; É necessária a existência de robôs cadastrados.
Pós-condições	O sistema irá mostrar uma lista com todos os robôs cadastrados.
Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	1. O usuário clica na seção de robôs já em sua tela inicial; 2. O sistema retornar uma lista com todos os robôs que já foram cadastrados no sistema.
Fluxo de Exceção	E1. Nenhum robô cadastrado

QUADRO 20 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO LISTA ROBÔ

Caso de Uso	Remover item robô
Descrição	Este caso de uso permite ao administrador remover itens de componentes que estão atribuídos no robô.
Pré-condições	O usuário deve estar logado no sistema como administrador; É necessária a existência de itens de componentes cadastrados.
Pós-condições	O sistema irá mostrar uma lista com todos os itens de determinado componente cadastrado.
Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	1. O usuário clica na seção de componente já em sua tela inicial;

	<ol style="list-style-type: none"> 2. O sistema retornar uma lista com todos os componentes que já foram cadastrados no sistema. 3. O usuário clica em qualquer um dos componentes; 4. O sistema irá redirecioná-lo para a tela com todos os itens daquele componente que estão cadastrado; 5. O administrador clica no botão para deletar o item; 6. O sistema deleta o item e reporta uma mensagem para o administrador sobre a ação realizada;
--	--

QUADRO 21 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO REMOVE ITEM COMPONENTE

Caso de Uso	Atribuir componentes ao robô
Descrição	Este caso de uso permite ao administrador atribuir componentes ao robô, ou seja, colocar peças no robô.
Pré-condições	<p>O usuário deve estar logado no sistema como administrador;</p> <p>É necessária a existência de itens de componentes cadastrados.</p>
Pós-condições	O sistema irá mostrar uma lista com todos os itens de determinado item de componente cadastrado.
Ator Envolvido	Administrador
Fluxo de eventos Principais	<ol style="list-style-type: none"> 1. O administrador clica na seção de robô, já em sua tela inicial; 2. O sistema retornar uma lista com todos os robôs que já foram cadastrados no sistema. 3. O administrador clica em editar o robô em que deseja adicionar um componente;

	<p>4. O sistema retorna uma tela com alguns dados do robô;</p> <p>5. O administrador clica no botão para listar todos os componentes daquele robô;</p> <p>6. O sistema devolve uma lista com todos os componentes cadastrados para aquele robô;</p> <p>7. O administrador clica em adicionar novo componente ao robô;</p> <p>8. O sistema irá mostrar uma tela com todos os componentes ainda disponíveis;</p> <p>9. O administrador escolhe os componentes desejados e clica em adicionar;</p> <p>10. O sistema adicionar o componente ao robô desejado e retorna uma mensagem para o administrador;</p>
Fluxo de Exceção	<p>E1. Nenhum robô cadastrado.</p> <p>E2. Nenhum componente cadastrado.</p>

QUADRO 22 – ESPECIFICAÇÃO CASO DE USO ATRIBUI COMPONENTES AO ROBÔ

4.5.2.1.3. Diagrama de Sequência

Diagrama de sequência tem duas dimensões: uma dimensão horizontal, representando os participantes no cenário e uma dimensão vertical que representa o tempo. Os participantes evoluem ao longo das linhas de vida, representado por linhas tracejadas verticais. Interações entre os participantes são mostrados como setas horizontais chamadas mensagens. A mensagem é uma comunicação entre dois participantes, e especifica a disciplina de comunicação (sincronia ou assincronia) e a ocorrência dos eventos associada à mensagem de envio e

recebimento. Eventos situados na mesma linha de vida são ordenados no tempo, de cima para baixo (LANO, 2012)

Para demonstrar o funcionamento do sistema PIA Robot Manager, a seguir há os diagramas de sequência para as seguintes telas: Tela de Login, Tela de Cadastrar Robô, Cadastro de Usuário do Robô e Controle do Robô. Abaixo há o diagrama de Login no sistema PIA Robot Manager.

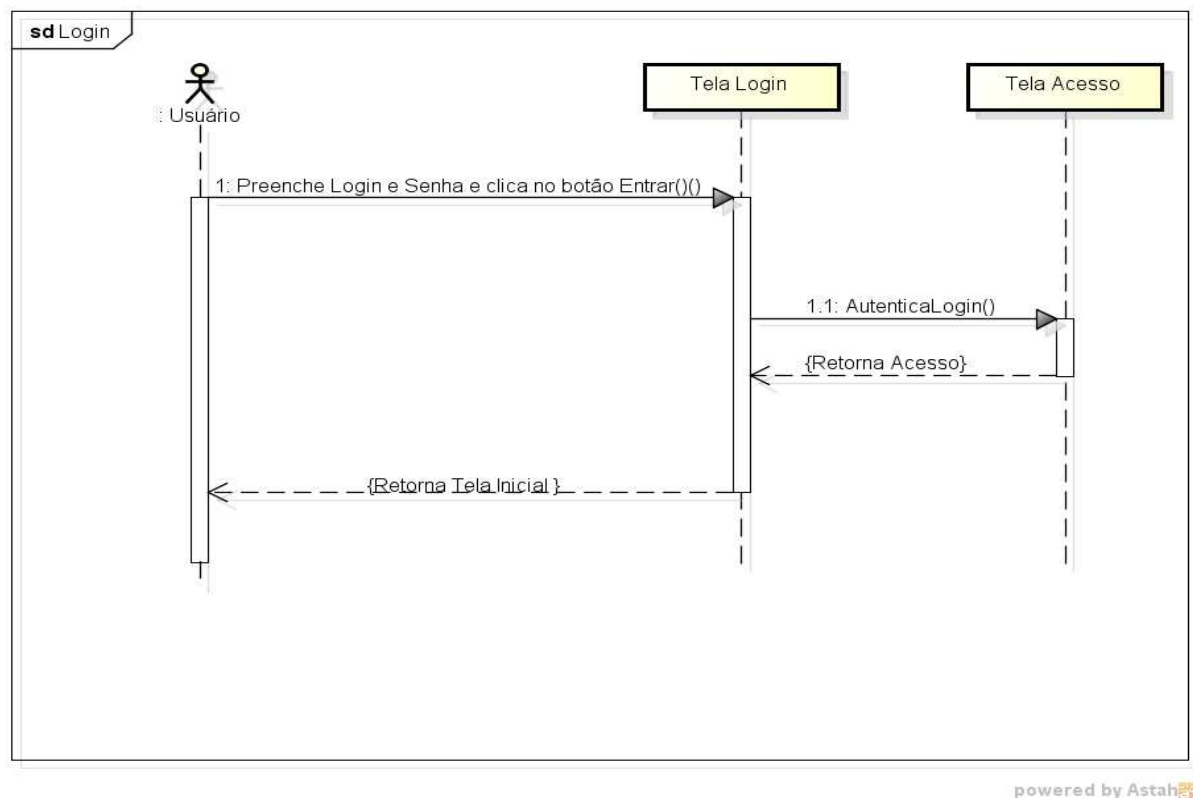


FIGURA 35 - DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA TELA DE LOGIN DO PIA ROBOT MANAGER

Na FIGURA 36 há o processo de cadastro de um novo robô no sistema. Esta é uma tarefa que apenas o administrador possui acesso.

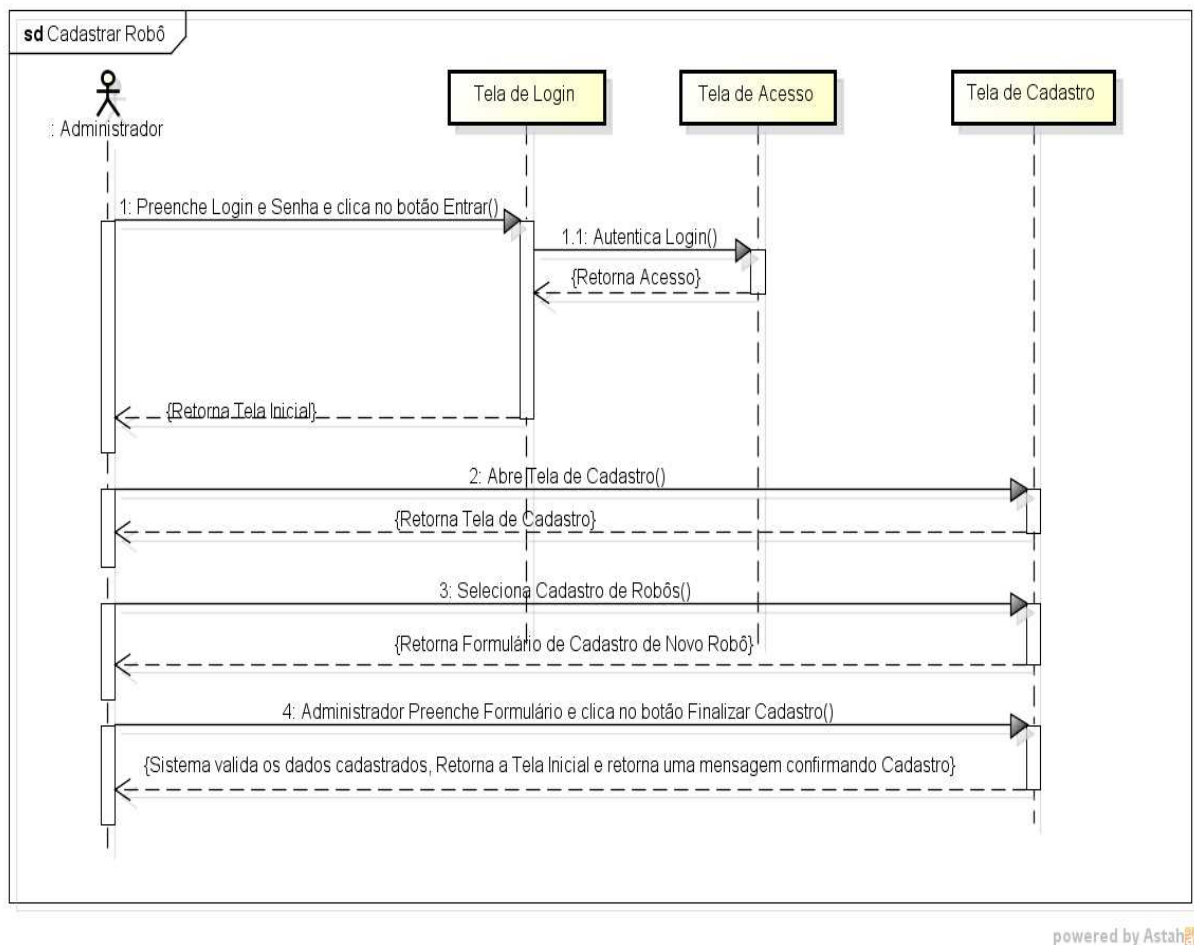


FIGURA 36 - DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA TELA CADASTRO DE ROBÔ

Neste Caso de Uso o administrador efetua o cadastro de um novo usuário. Após o preenchimento dos dados pessoais, endereço e dados de acesso do usuário, clicando no botão registrar, o usuário já possui acesso ao aplicativo PIA Robot Manager sem autorização de acesso ao robô. A tela de controle do robô é demonstrada no diagrama da FIGURA 37.

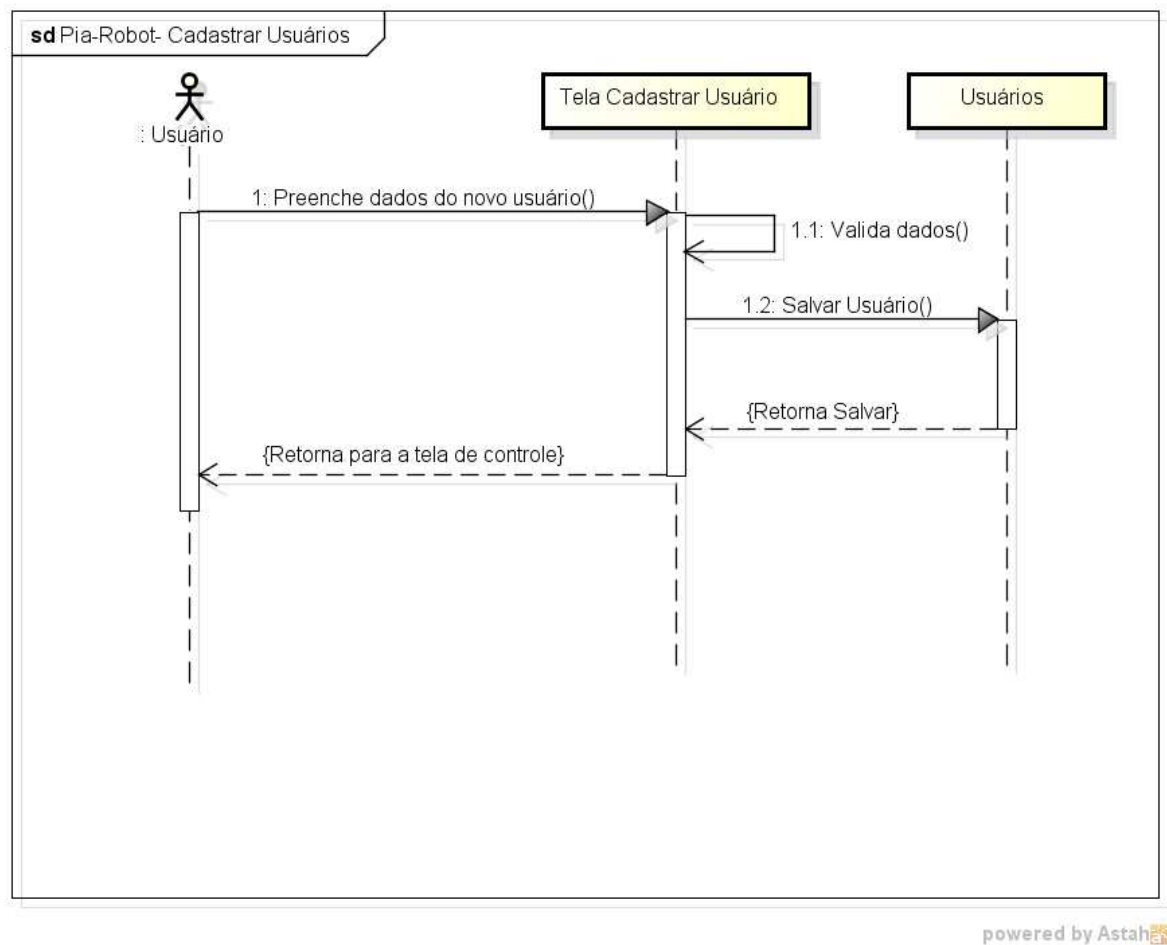


FIGURA 37 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA TELA CADASTRAR USUÁRIOS

O diagrama da FIGURA 38 é a tela principal do sistema. Nesta tela os usuários podem visualizar e controlar por comandos o robô via internet. O usuário deve selecionar o robô para poder controlar o mesmo. Após selecionar, o sistema passa a transmitir o vídeo do robô e o usuário pode controlar o robô. Para encerrar o controle o usuário clica no botão finalizar controle de acesso ao robô.

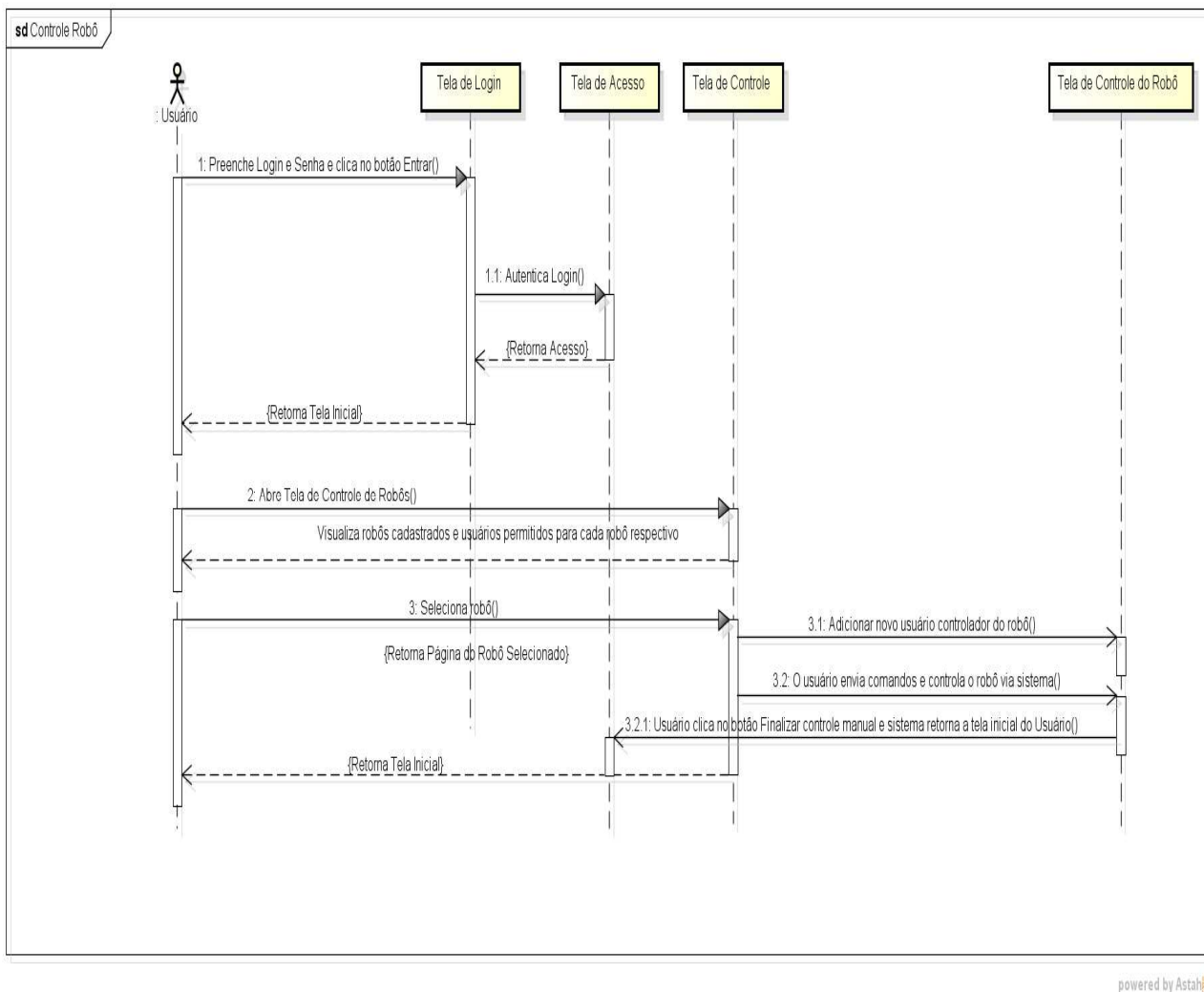


FIGURA 38 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA TELA CONTROLE DO ROBÔ

4.5.2.1.4. Diagrama de Atividades

O diagrama de atividades da FIGURA 39 representa o funcionamento do sistema com o PIA Robot. Cada processo pode ou não ter integração direta com o robô. A atividade controlar robô é a principal atividade do sistema e, é um exemplo da comunicação entre o sistema e o robô.

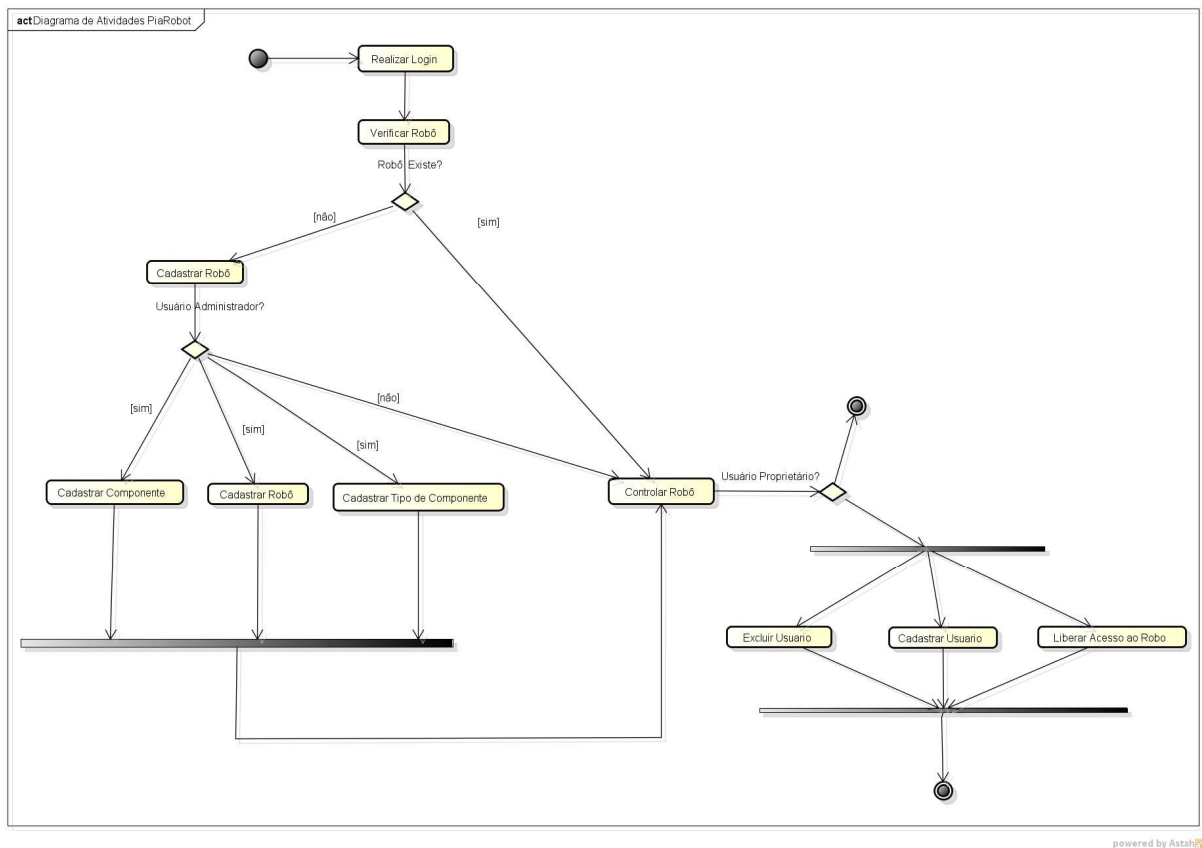


FIGURA 39 - DIAGRAMA DE ATIVIDADES - PIA ROBOT

4.5.2.1.5. Diagrama de Classes

O diagrama de classes do projeto PIA Robot possui as seguintes classes: Administrador, Usuário e Robô. Cada classe possui seus métodos, as classes possuem os métodos referentes aos diferentes acessos ao sistema. Na classe Administrador há o gerenciamento de alto nível, onde o mesmo pode criar novos robôs e possui todas as funcionalidades que o outro nível de usuário possui. Na classe Usuário há como principal função o controle do robô. A classe Robô identifica os atributos que ele irá possuir, na tela de cadastro de robô do sistema e os componentes e tipos de componentes que poderão ou não estar atrelados a ele.

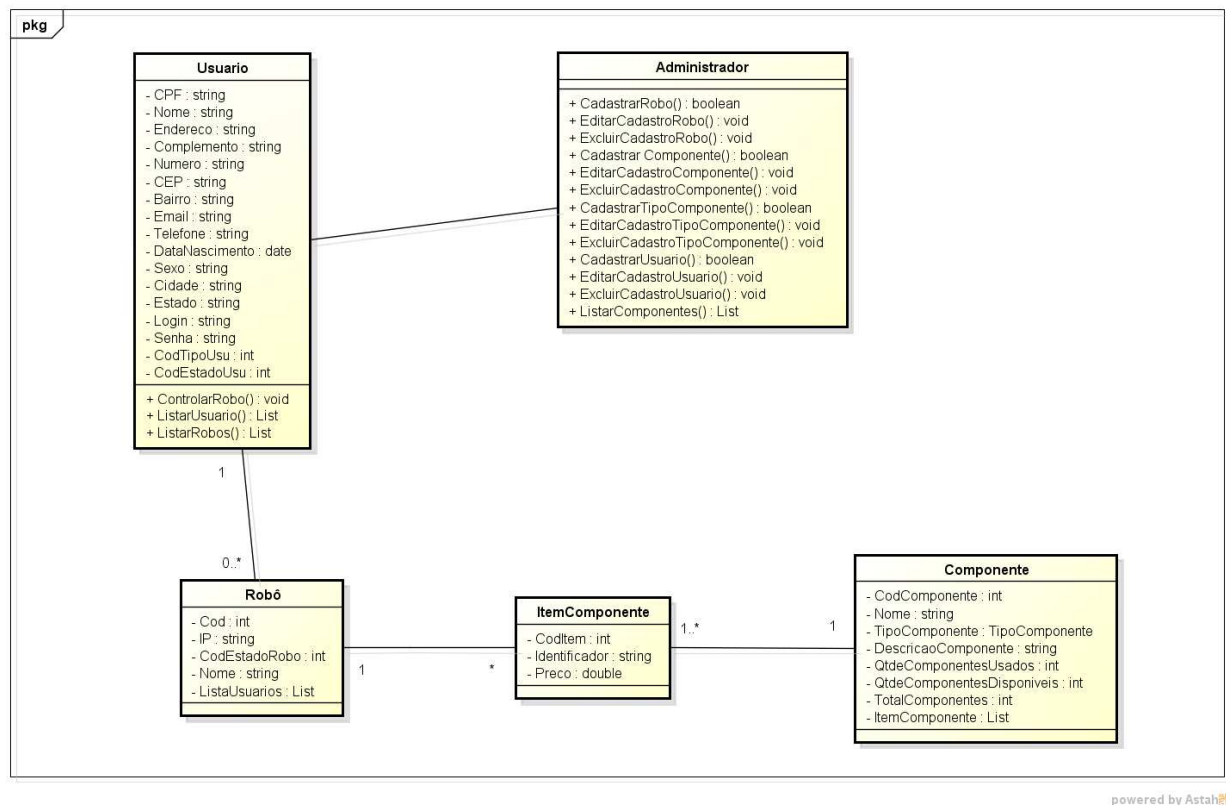


FIGURA 40 - DIAGRAMA DE CLASSES - PIA ROBOT

4.5.2.1.6. Diagrama Entidade Relacionamento

Diagrama Entidade Relacionamento demonstra as tabelas e relacionamentos do banco de dados do sistema PIA Robot Manager, baseado no dicionário de termos técnicos (Apêndice A).

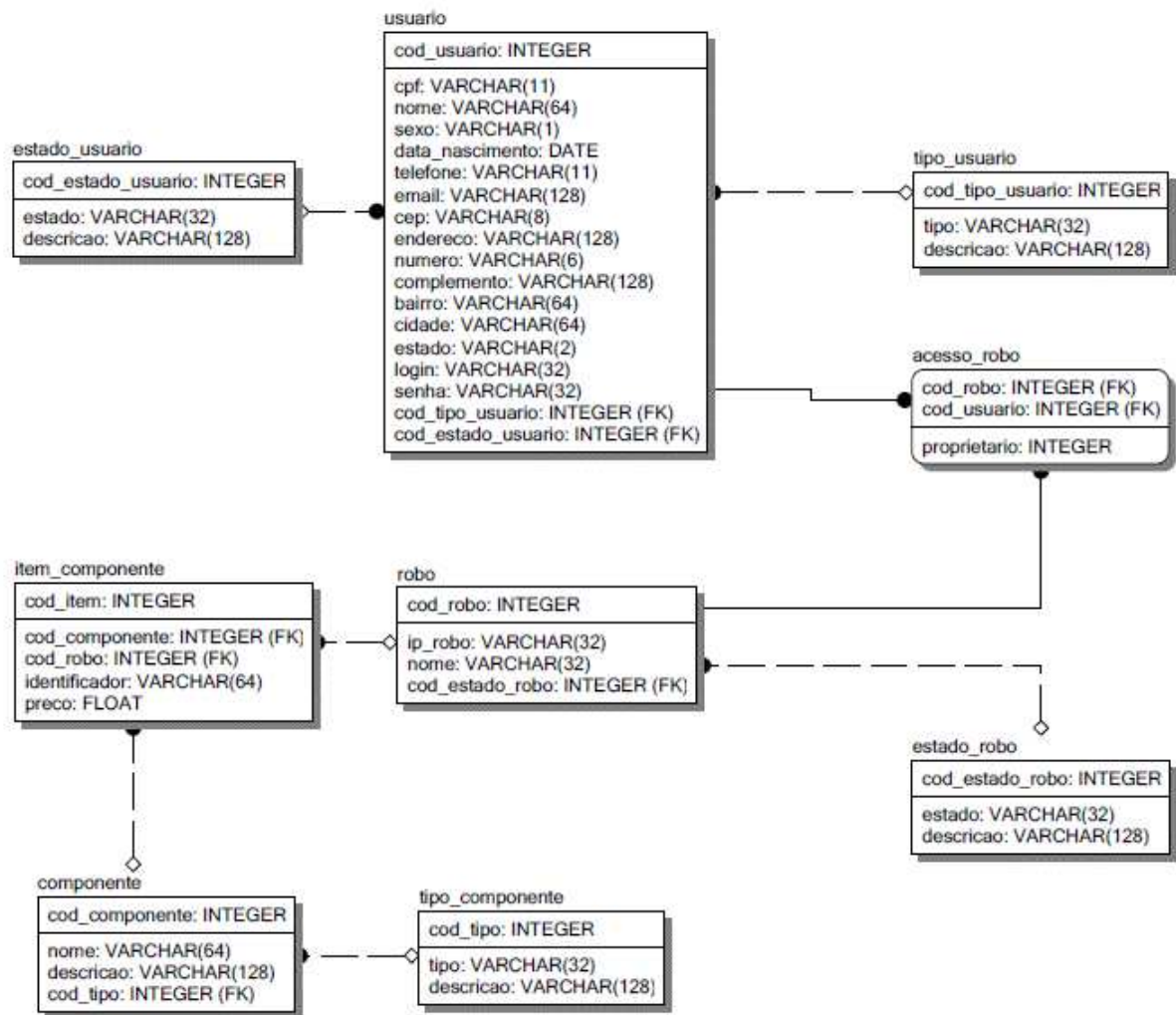


FIGURA 41 – DIAGRAMA ENTIDADE RELACIONAMENTO PIA ROBOT

4.5.2.2. Segunda etapa: Implantação da modelagem proposta

4.5.2.2.1. Plano de Atividades

Para elaborar o planejamento das atividades do projeto foram utilizadas as ferramentas de WBS e Gantt. Na FIGURA 42 temos o WBS do sistema PIA Robot Manager.

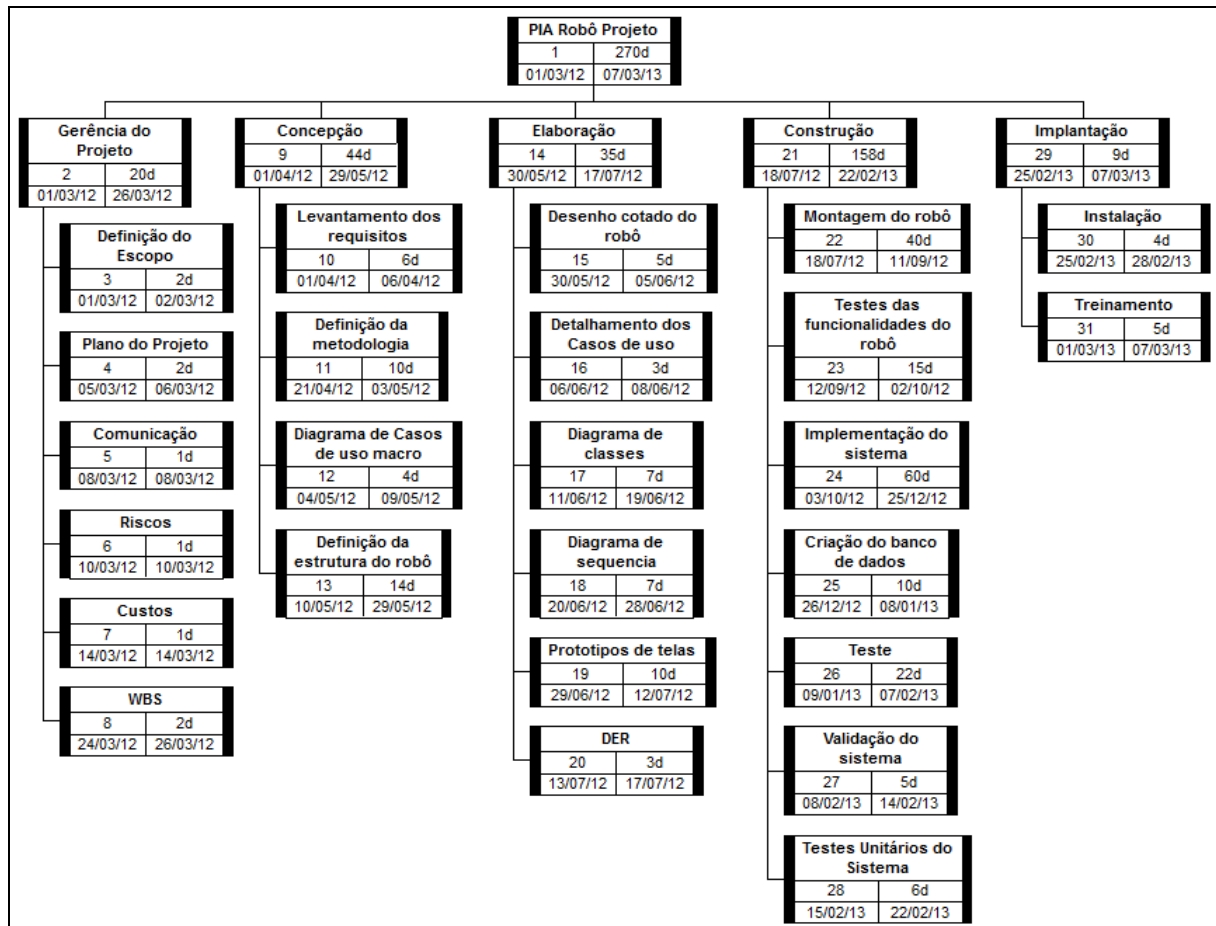


FIGURA 42 – WBS DO PROJETO PIA ROBOT

Na FIGURA 43 tem-se o Plano de Atividades deste projeto, contendo todas as suas respectivas etapas de desenvolvimento.

ID		Task Name	% Complete	Duration	Start	Finish
1		PIA Robô Projeto	63%	270 days	Thu 01/03/12	Thu 07/03/13
2	✓	Gerência do Projeto	100%	20 days	Thu 01/03/12	Mon 26/03/12
3	✓	Definição do Escopo	100%	0,67 days	Thu 01/03/12	Thu 01/03/12
4	✓	Plano do Projeto	100%	2 days	Thu 01/03/12	Mon 05/03/12
5	✓	Comunicação	100%	1 day	Thu 08/03/12	Thu 08/03/12
6	✓	Riscos	100%	1 day	Sat 10/03/12	Sat 10/03/12
7	✓	Custos	100%	1 day	Wed 14/03/12	Wed 14/03/12
8	✓	WBS	100%	2 days	Sat 24/03/12	Mon 26/03/12
9	✓	Concepção	100%	44 days	Sun 01/04/12	Tue 29/05/12
10	✓	Levantamento dos requisitos	100%	6 days	Sun 01/04/12	Fri 06/04/12
11	✓	Definição da metodologia	100%	10 days	Sat 21/04/12	Thu 03/05/12
12	✓	Diagrama de Casos de uso macro	100%	4 days	Fri 04/05/12	Wed 09/05/12
13	✓	Definição da estrutura do robô	100%	14 days	Thu 10/05/12	Tue 29/05/12
14		Elaboração	64%	35 days	Wed 30/05/12	Tue 17/07/12
15	✓	Desenho cotado do robô	100%	5 days	Wed 30/05/12	Tue 05/06/12
16	✓	Detalhamento dos Casos de uso	100%	3 days	Wed 06/06/12	Fri 08/06/12
17		Diagrama de classes	0%	7 days	Mon 11/06/12	Tue 19/06/12
18		Diagrama de sequencia	50%	7 days	Wed 20/06/12	Thu 28/06/12
19		Prototipos de telas	80%	10 days	Fri 29/06/12	Thu 12/07/12
20	✓	DER	100%	3 days	Fri 13/07/12	Tue 17/07/12
21		Construção	57%	158 days	Wed 18/07/12	Fri 22/02/13
22		Montagem do robô	80%	40 days	Wed 18/07/12	Tue 11/09/12
23		Testes das funcionalidades do robô	30%	15 days	Wed 12/09/12	Tue 02/10/12
24		Implementação do sistema	60%	60 days	Wed 03/10/12	Tue 25/12/12
25	✓	Criação do banco de dados	100%	10 days	Wed 26/12/12	Tue 08/01/13
26		Teste	30%	22 days	Wed 09/01/13	Thu 07/02/13
27		Validação do sistema	10%	5 days	Fri 08/02/13	Thu 14/02/13
28		Testes Unitários do Sistema	0%	6 days	Fri 15/02/13	Fri 22/02/13
29		Implantação	0%	9 days	Mon 25/02/13	Thu 07/03/13
30		Instalação	0%	4 days	Mon 25/02/13	Thu 28/02/13
31		Treinamento	0%	5 days	Fri 01/03/13	Thu 07/03/13

FIGURA 43 - PLANO DE ATIVIDADES DO PROJETO PIA ROBOT

Na FIGURA 44 é demonstrado o gráfico Gantt do projeto PIA Robot. O projeto possuiu início em Março de 2012 e o seu término em Março de 2013.

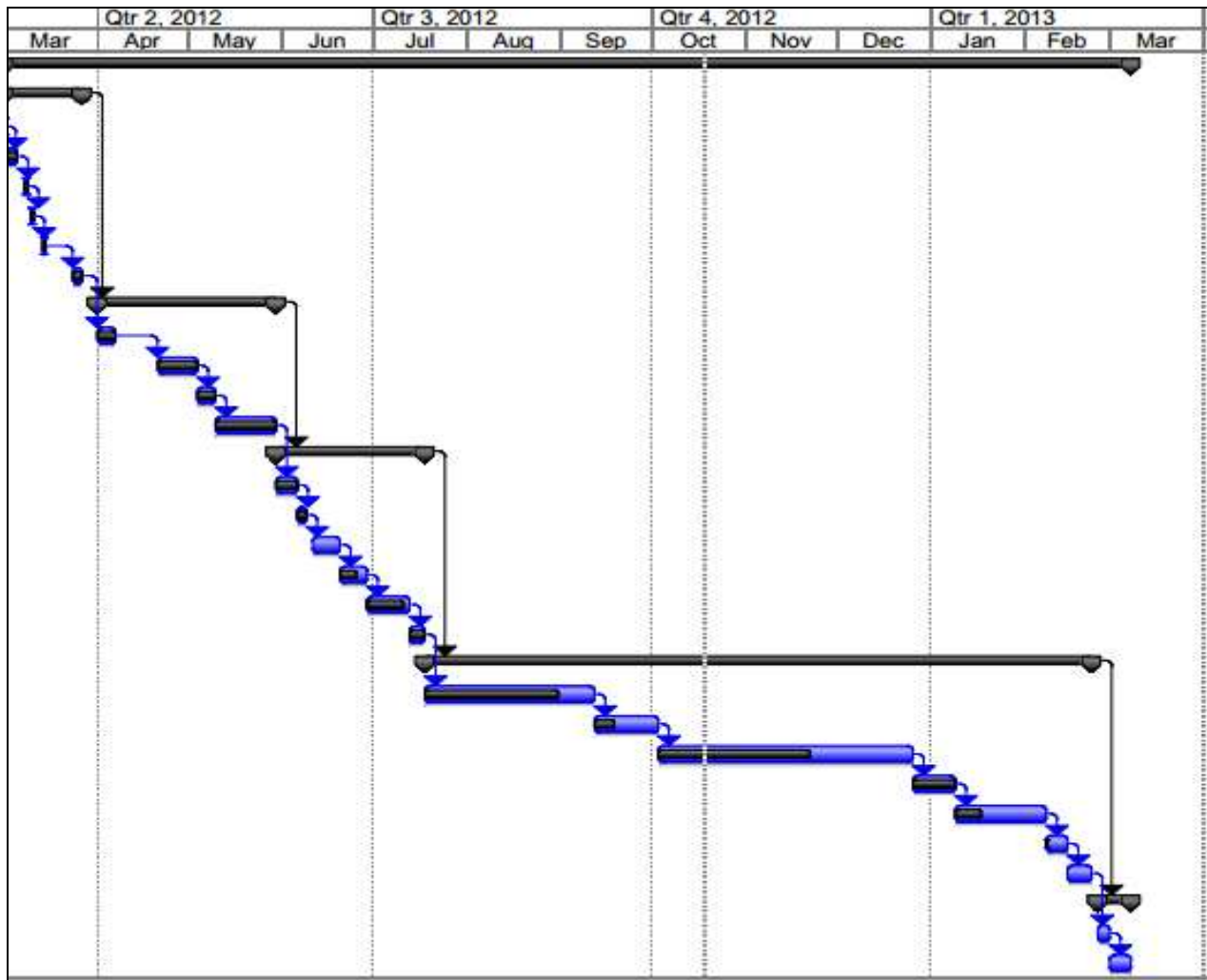


FIGURA 44 – GRÁFICO GANTT DO PROJETO PIA ROBOT

4.5.2.2.2. Plano de Comunicação

O sucesso de um trabalho em equipe depende e muito da comunicação que a equipe possui. Nosso grupo foi além de uma comunicação entre colegas, nos encontrávamos para aprender, juntar forças, desenvolver e criar o robô peça por peça em reuniões e encontros. A boa comunicação foi imprescindível para a realização de tarefas, muitas reuniões presenciais e não presenciais durante mais de um ano mostraram que uma boa comunicação e interação entre os integrantes do grupo podem criar um ambiente agradável e muito produtivo. Segue abaixo o plano de comunicação deste projeto.

Interessados	Método/Meio	Objetivo	Frequência
Equipe do Projeto	Reuniões entre a equipe e com o orientador	Andamento do Projeto	Semanalmente
Equipe do Projeto	Telefonemas/Email e reuniões	Acompanhamento das tarefas	Quando necessário
Equipe do Projeto	Reuniões	Criação do Robô	Até a finalização do Robô
Equipe do Projeto	Reuniões online e presenciais	Desenvolvimento do Software	Durante o desenvolvimento
Equipe do Projeto e orientador	Reuniões	Testes do Robô e software	Durante a fase de testes
Orientador	Reuniões	Orientar em cada tarefa	Quando necessário

Quadro 23 – Plano de comunicação

4.5.2.2.3. Diagrama de Telas e principais telas do sistema

O sistema web PIA Robot Manager possui três divisões, sendo elas cadastros, alterações e controle. O diagrama da FIGURA 45 representa cada componente de cada divisão. Nas próximas páginas há as telas do sistema web PIA Robot Manager.

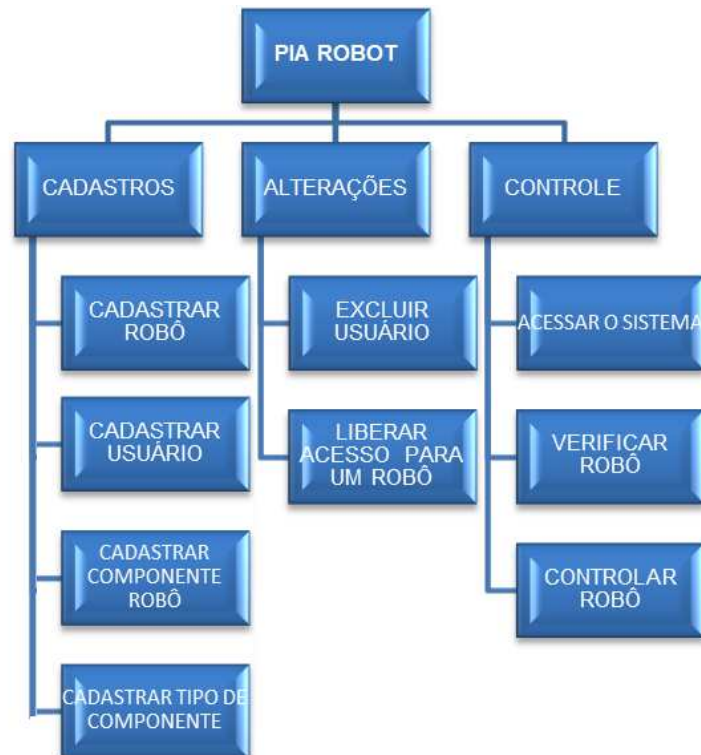


FIGURA 45 – TELAS DOS MÓDULOS DO SISTEMA WEB

I. Página inicial do sistema

Na tela inicial do sistema web, FIGURA 46, há uma breve descrição do PIA Robot e do sistema web PIA Robot Manager. Há o menu de acesso do sistema e a situação do usuário se o mesmo está logado ou não no sistema. Há também um vídeo demonstrativo do robô em ação.

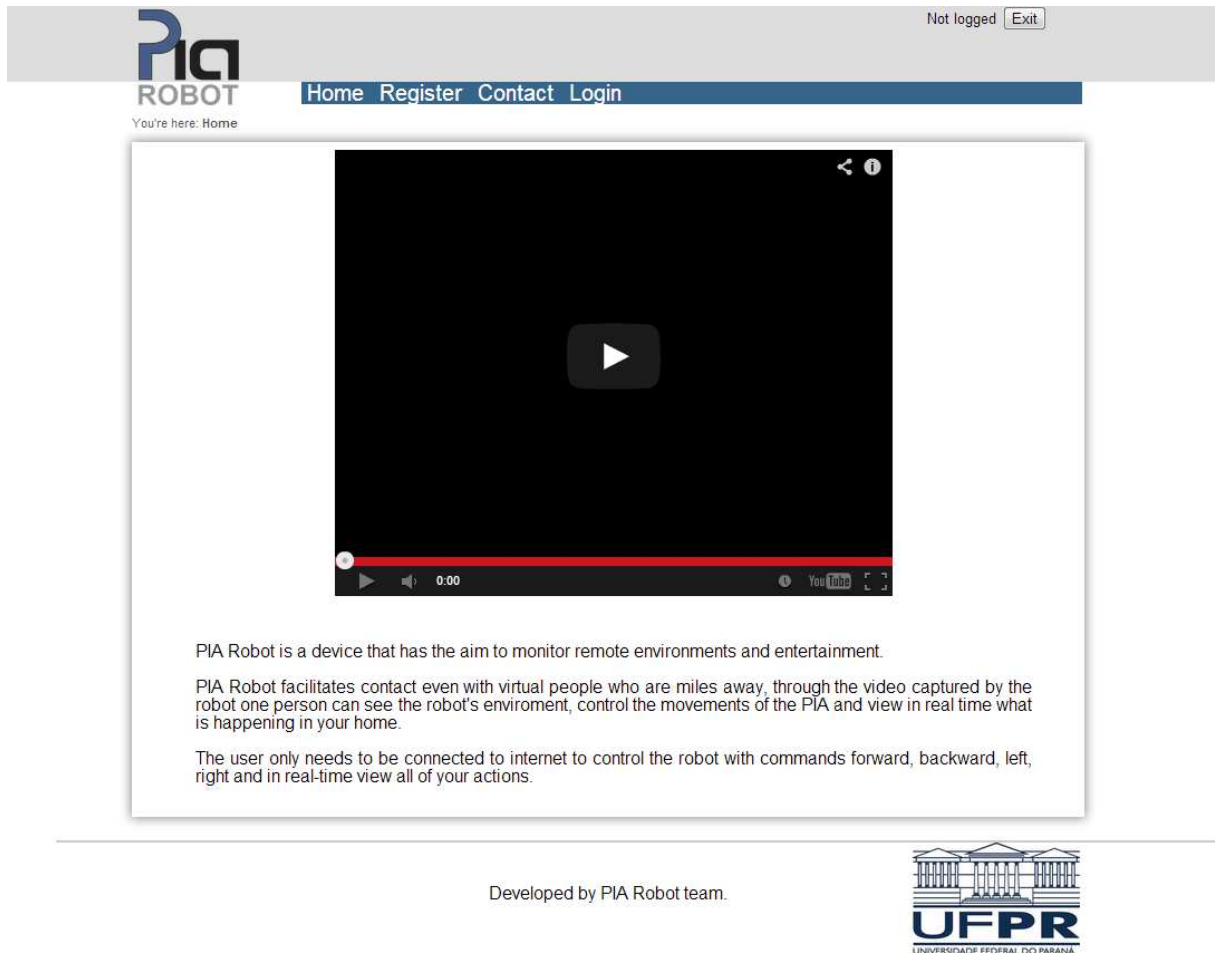



FIGURA 46 - PÁGINA INICIAL DO PIA ROBOT MANAGER

II. Cadastro de usuários

O cadastro de usuários pode ser acessado apenas pelo administrador do sistema. Abaixo há a etapa 1 do cadastro de usuários.



**PIA
ROBOT**

Virgulino Silva Motta [Exit](#)

[Home](#) [Register](#) [Contact](#) [Administrative area](#)

You're here: [Home](#) > Register

Dados pessoais
 CPF:
 Nome:
 Sexo:
 Seleciono o sexo
 Email:
 Telefone: Data de Nascimento:

Endereço
 CEP:
 Rua: N°:
 Estado: Cidade: Bairro:
 Complemento:

Dados de acesso
 Login: Tipo usuário

 Usuário comum
 Senha: Repita a senha:

Developed by PIA Robot team.


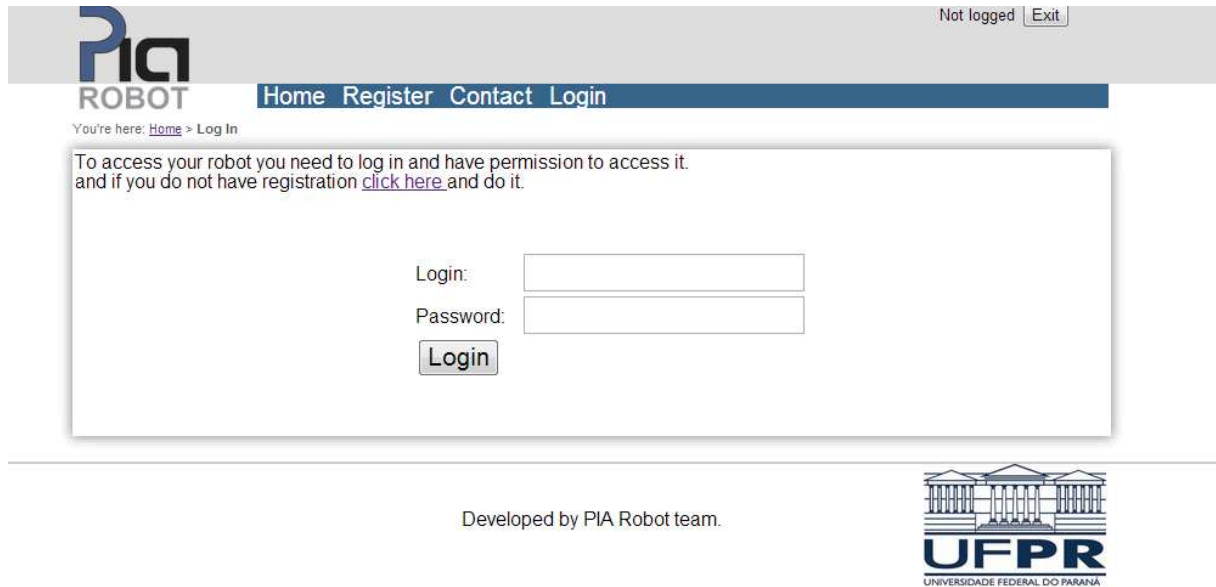


FIGURA 47 – CADASTRO DE USUÁRIOS

III. Autenticação do usuário

A autenticação do usuário gerencia o acesso de usuários no sistema. Cada usuário possui um tipo que pode ser usuário comum ou administrador. Cada tipo usuário é redirecionado para as páginas que possui permissão de acesso, sendo o administrador o usuário master no sistema. Na FIGURA 48 há a tela de login.



PIA ROBOT

Not logged | Exit

Home Register Contact Login

You're here: [Home](#) > Log In

To access your robot you need to log in and have permission to access it.
and if you do not have registration [click here](#) and do it.

Login:

Password:

Login

Developed by PIA Robot team.

UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FIGURA 48 - TELA DE AUTENTICAÇÃO DO USUÁRIO

IV. Tela principal do Administrador

Nesta tela o usuário consulta qual robô possui acesso e pode selecionar um robô para visualizar e controlar o robô.

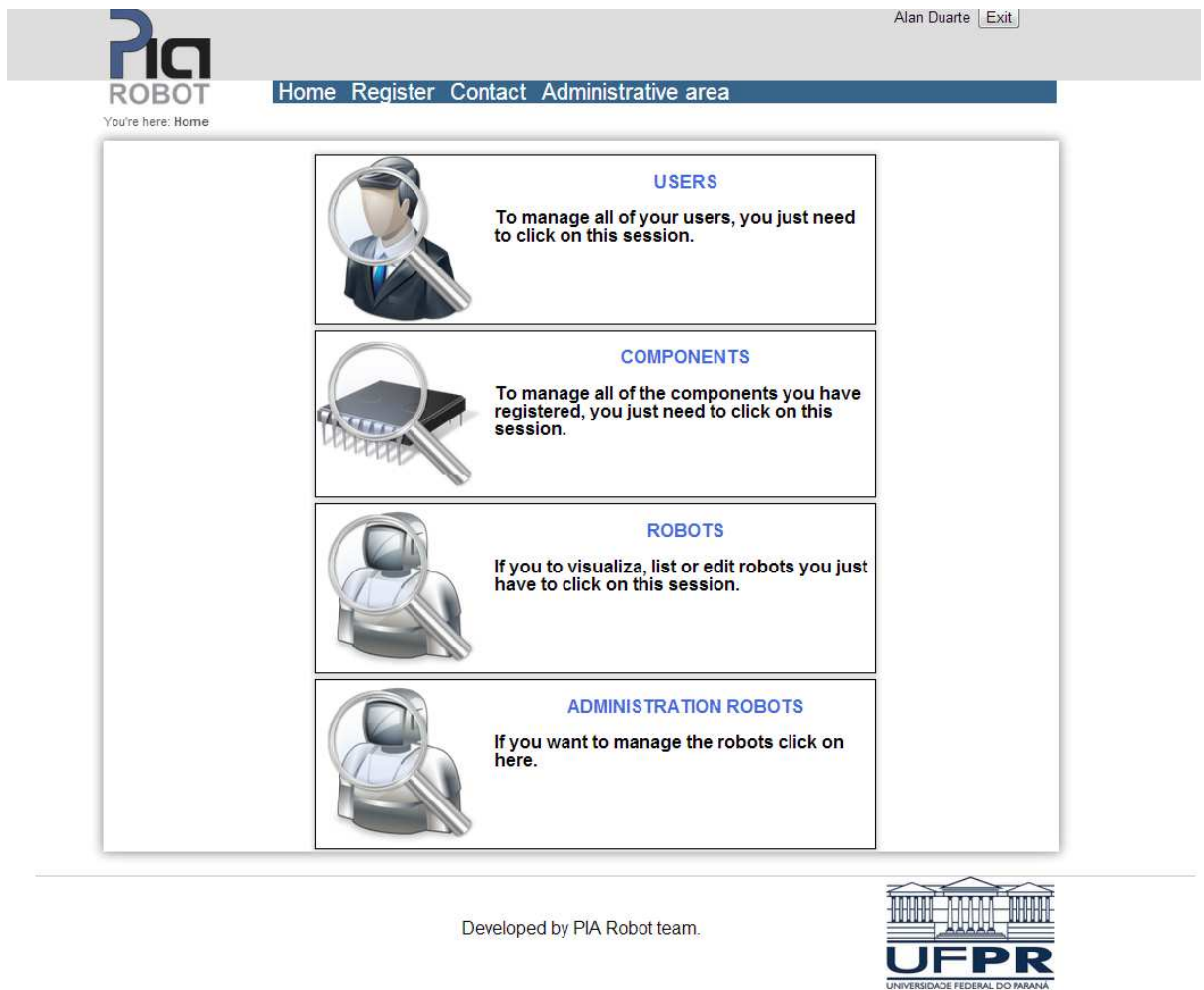


FIGURA 49 - TELA PRINCIPAL DO ADMINISTRADOR

V. Acesso e controle do robô PIA Robot

A principal função do sistema ocorre nesta tela, FIGURA 50, após o usuário selecionar o robô, o mesmo recebe o comando de se conectar com o sistema e inicia a transmissão do vídeo em tempo real. O usuário possui ampla visão do ambiente que o robô se encontra. Além de visualizar o usuário pode controlar o robô utilizando os botões de frente, trás, direita e esquerda. O robô recebe os comandos, os interpreta e efetua os movimentos enviados via sistema web. O controle acaba quando o usuário clica no botão Auto.



FIGURA 50 - TELA PRINCIPAL DO SISTEMA DE CONTROLE DO ROBÔ

O administrador pode pesquisar pelo nome de um usuário comum no banco de dados, para editar ou excluir seu cadastro, como ilustrado na FIGURA 51.

PIA
ROBOT


Alan Duarte [Exit](#)

[Home](#) [Register](#) [Contact](#) [Administrative area](#)

You're here: [Home](#) > [Administrative area](#) > List of users

[Find](#)

[New user](#)

Name	Email	Add
Virgulino Silva Motta	siqueira@email.com	

1/1 10

Developed by PIA Robot team.



UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

FIGURA 51 - PESQUISA DE USUÁRIOS NO BANCO DE DADOS

4.5.2.3. Terceira etapa: Implantação Da Comunicação Entre Robô E Sistema

O sistema web PIA Robot Manager interage com o robô PIA Robot através da internet. Para que essa conexão tenha sucesso, alguns componentes precisam estar em pleno funcionamento. Nesta seção há a identificação dos componentes necessários para efetuar a comunicação, sendo eles: O robô, o servidor do robô, o servidor web e o sistema web.

O robô PIA Robot possui uma placa de conexão WI-FI chamada de WiShield, esta placa é responsável pela conexão do robô com a internet.

O servidor do robô é um computador conectado a mesma rede do robô. Para a criação da conexão o robô simula um servidor socket. Socket é uma tecnologia usada para transmitir sequencias de bytes através de uma conexão TCP entre varias aplicações. Quando esta aplicação é iniciada, ela tenta estabelecer a conexão socket com o PIA Robot, caso haja sucesso nessa conexão, a aplicação estabelece outra conexão socket com o servidor web e passa a enviar de tempos em tempos uma mensagem que identifica que o PIA Robot está em funcionamento.

O servidor web é um computador conectado a internet que hospeda o sistema web PIA Robot Manager. O servidor web é responsável também pela base de dados do sistema.

Para a movimentação manual do robô o sistema web faz parte fundamental na comunicação com o robô, pois é do sistema web que os comandos partem do usuário para o robô. O sistema web envia os comandos pela internet e o robô recebe e efetua os comandos em 2 segundos após o envio dos comandos pelo usuário. Após o recebimento do comando, o robô anda para frente, trás, direita ou esquerda conforme comando enviado.

5 VALIDAÇÃO DO SISTEMA WEB PIA ROBOT MANAGER E DO ROBÔ PIA ROBOT

Os testes de validação são indicadores sólidos de produtividade que podem avaliar com precisão a eficácia de novas ferramentas, métodos, padrões ou processos (PRESSMAN, 2006).

Para avaliação do sistema proposto são utilizados métodos de validação. Método de validação: analisa se o sistema atende as necessidades e requisitos propostos. Neste estudo a avaliação do projeto foi dividida em três partes:

- Validação do robô PIA Robot
- Validação do Sistema
- Validação da Integração e Comunicação Sistema – PIA Robot

5.1 VALIDAÇÃO DO ROBÔ PIA ROBOT

Neste capítulo descrevem-se os resultados dos testes de validação efetuados com o robô de forma autônoma, utilizando as técnicas de mapeamento e localização. O problema mapeamento e localização simultâneos é um dos desafios fundamentais da robótica móvel, que consiste em efetuar de forma paralela o mapeamento de um ambiente desconhecido e a localização do robô. Esta execução simultânea, apesar de aumentar a complexidade, proporciona mais precisão a navegação, uma vez que o mapeamento e a localização estão diretamente ligados. Para que o mapeamento e a localização sejam obtidos, o robô deve ser dotado de sensores ultrassônicos que meçam as distâncias dos obstáculos e da respectiva localização do robô.

O robô inicia em uma posição desconhecida, em um ambiente também desconhecido. Os sensores ultrassônicos vasculham o ambiente, identificando as distâncias dos obstáculos, após isso o robô anda para frente e faz uma nova verificação das distâncias. Se identificar um obstáculo próximo a ele, muda sua rota e reinicia a sequência anterior, ilustrada pela FIGURA 52.

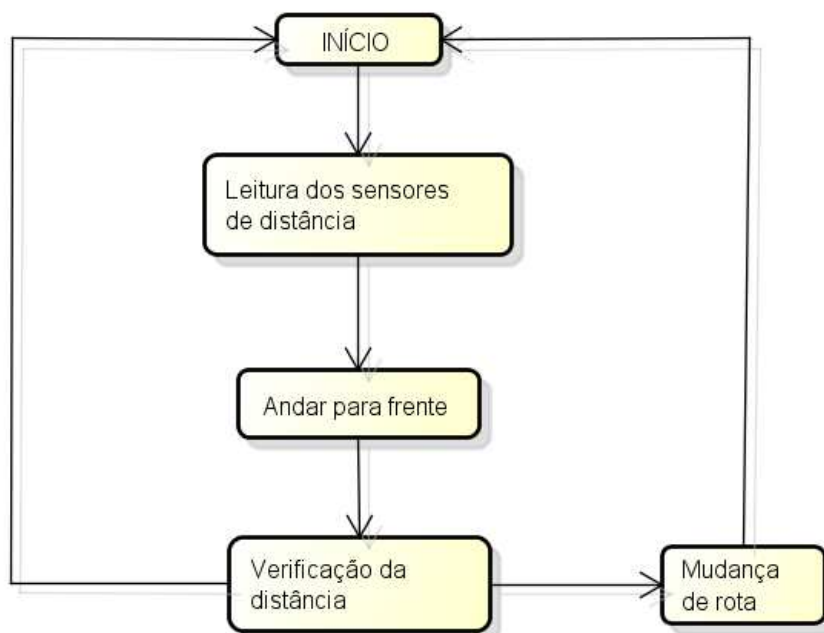


FIGURA 52 – SEQUÊNCIA COMPORTAMENTO PIA ROBÔT

A FIGURA 53 ilustra a rota que foi estimada para o comportamento do robô e a rota que ele realizou de forma autônoma, ou seja, criando a sua própria rota sem controle por terceiros.

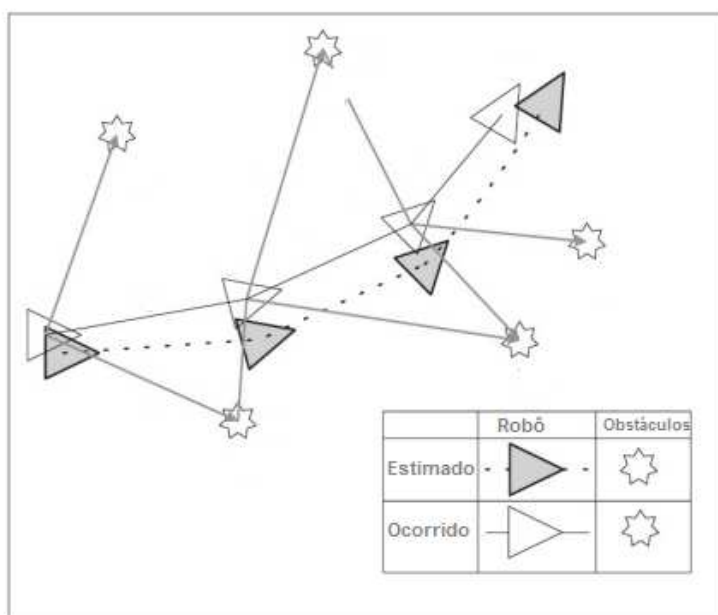


FIGURA 53 – COMPORTAMENTO AUTÔNOMO PIA ROBOT

Os resultados desta fase estão expostos no quadro 24 e tem como base a avaliação do comportamento estimado do robô e seu comportamento real. Nesta fase os testes foram específicos para movimentação do robô, identificação de obstáculos, nova rota e cálculo de distância aproximado dos obstáculos.

	Usu 1	Usu 2	Usu 3	Usu 4	Usu 5	Usu 6	Usu 7	Usu 8	Usu 9	Usu 10	Média
Desempenho	6	6	5	4	1	4	6	6	6	6	5
Desviar Obstáculos	6	5	5	4	2	3	6	5	5	5	4,6
Verificação de distância	6	5	5	4	5	3	6	4	4	4	4,6
Mudança de rota	6	5	5	4	3	3	6	3	3	3	4,1
Flexibilidade	6	5	5	4	2	3	6	5	5	5	4,6
Tendência de percurso	6	3	5	5	5	3	6	5	5	5	4,8
Desvio de canto	6	4	5	6	4	3	6	5	5	5	4,9
Velocidade	6	5	5	3	3	3	6	5	5	5	4,6
Com os valores correspondentes: 0 a 3 – Insuficiente / 4 a 5 – Regular / 6 - Ótimo											

QUADRO 24 – RESULTADO DA VALIDAÇÃO DO ROBÔ PIA ROBOT

Através da análise dos resultados da validação e da avaliação levantada dos 10 usuários, verificou-se que o robô atendeu aos comportamentos esperados, desempenhando sua principal função, andar e desviar de obstáculos, com completo sucesso.

5.2 VALIDAÇÃO DO SISTEMA PIA ROBOT MANAGER

O planejamento dos tipos de testes implementados e sua especificação foi baseado na metodologia de Pressman (2006). Os resultados, pautados na objetividade e sistematização dos questionários, vão mostrar a aceitação do sistema.

Os testes utilizados nesta avaliação são: usabilidade, legibilidade, funcionalidade e interface. Os testes aplicados para avaliação do sistema estão baseados em questionários com avaliação em níveis ótimo, bom, regular, insuficiente e classificação equivalente em valores. Foram avaliadores do sistema PIA Robot Manager, 10 usuários de diferentes perfis de usuários, desde iniciantes até usuários avançados. Os modelos estão baseados em tabelas de testes. O

objetivo que cada teste possui está indicado a seguir, assim como a tabela de resultados com a análise dos resultados.

5.2.1 Teste de Usabilidade

O teste de usabilidade mostra o acesso e organização do material, facilidade de uso e de entendimento, previsibilidade e descrição do material. Ilustrado no quadro a seguir:

TESTE	PERGUNTAS DE ACEITAÇÃO DE USUÁRIO DO PIA ROBOT MANAGER	ANÁLISE DOS RESULTADOS			
		Ótimo	Bom	Regular	Insuficiente
USABILIDADE	Login ao sistema	90%	10%		
	Organização do sistema	81%	19%		
	Facilidade de uso	91%	9%		
	Facilidade de entendimento	85%	15%		
	Previsibilidade	83%	17%		
	Descrição do sistema	88%	12%		
	É eficaz, eficiente e agradável?	90%	10%		

QUADRO 25 – AVALIAÇÃO DE USABILIDADE DO SISTEMA PIA ROBOT MANAGER

A partir do resultado do quadro 24 conclui-se que no quesito usabilidade o sistema teve uma boa avaliação, com 3 resultados acima de 90% e 4 quesitos com média de 84% de aceitação. Isso significa que a facilidade e simplicidade do sistema é relevante, tornando efetivo e com boa eficiência o alcance aos objetivos do sistema.

5.2.2 Teste de Legibilidade

O teste de legibilidade mostra que o sistema possui e está de acordo com uma boa legibilidade, com ícones, rótulos, textos passando as mensagens desejadas.

TESTE LEGIBILIDADE	PERGUNTAS DE ACEITAÇÃO DE USUÁRIO DO PIA ROBOT MANAGER	Ótimo	Bom	Regular	Insuficiente
	Os dados a serem lidos são apresentados de forma contínua, não piscantes?	100%			
	O sistema utiliza rótulos (textuais) quando pode existir ambiguidade de ícones?	98%	2%		
	Os ícones são legíveis?	95%	5%		
	Os rótulos de campos começam com uma letra maiúscula, e as letras restantes são minúsculas?	90%	10%		

QUADRO 26 – AVALIAÇÃO DE LEGIBILIDADE DO SISTEMA PIA ROBOT MANAGER

Na avaliação da legibilidade os resultados mostram que o sistema possui:

- As informações estão apresentadas nas telas de forma que facilitam a leitura.
- O contraste entre a cor de fundo e a cor da fonte utilizada, não prejudica a leitura. Fazendo com que o texto “salte” sobre os olhos.
- O espaçamento entre os elementos da página é ideal, diminuindo a poluição visual.

5.2.3 Teste de Funcionalidade

O teste de funcionalidade mostra o que os recursos do sistema se propõem a fazer. Este teste possui as seguintes perguntas: Propõe-se a fazer o que é proposto? Satisfaz as necessidades? Gera resultados corretos? Características compatíveis com o seu nível de conhecimento? A linguagem utilizada no sistema é compatível com a sua? Ilustrado no quadro a seguir.

TESTE	PERGUNTAS DE ACEITAÇÃO DE USUÁRIO DO PIA ROBOT MANAGER	Ótimo	Bom	Regular	Insuficiente
	FUNCIONALIDADE Propõe-se a fazer o que é proposto?	100%			

	Satisfaz as necessidades?	95%	5%		
	Gera resultados corretos?	98%	2%		
	Características compatíveis com o seu nível de conhecimento?	80%	20%		
	A linguagem utilizada no sistema, é compatível com a sua?	55%	15%	10%	20%

QUADRO 27 – AVALIAÇÃO DE FUNCIONALIDADE DO SISTEMA PIA ROBOT MANAGER

A avaliação de funcionalidades mede se os objetivos foram alcançados baseados em sua descrição e se houve alguma funcionalidade falha. A avaliação mostra que pelo fato do sistema estar em Inglês o resultado recebeu como insuficiente 20% dos votos e 10% como regular.

5.2.4 Teste de Interface

O teste de Interface mostra a interação do usuário e sistema. O quadro abaixo mostra os resultados obtidos das seguintes tabelas.

INTERFACES	Aceitação das telas pelos usuários	Usu 1	Usu 2	Usu 3	Usu 4	Usu 5	Usu 6	Usu 7	Usu 8	Usu 9	Usu 10	
	Tela 1 - Login	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Tela 2 - Cadastro de usuário	10	10	9	9	9	10	10	10	9	10	
	Tela 3 - Selecionar seu robô	10	10	10	9	10	10	10	10	8	9	
	Tela 4 - Controle do robô	10	9	10	10	9	8	9	10	10	9	
	Tela 5 - Administrador - Listar robôs	10	10	9	10	9	10	8	10	10	9	
	Tela 6 - Administrador - Cadastro de robô	10	9	8	10	10	10	9	10	10	9	
	Tela 7 - Administrador - Cadastro de componentes	9	8	9	10	9	10	8	10	9	10	
	Tela 8 - Administrador - Atribui componentes ao robô	10	10	9	9	10	10	9	10	9	10	
	Tela 9 - Administrador - Remover Item do robô	10	10	10	9	10	10	9	10	9	10	
Com os valores correspondentes: 0 a 3 – Insuficiente / 4 a 5 – Regular / 6 a 8 – Bom / 9 e 10 – Ótimo												

QUADRO 28 – AVALIAÇÃO DE INTERFACES DO SISTEMA PIA ROBOT MANAGER

5.3 VALIDAÇÃO DA INTEGRAÇÃO E COMUNICAÇÃO SISTEMA – PIA ROBOT

Para a validação do sistema PIA Robot Manager e do robô PIA Robot é utilizado o método de avaliação por processo de testes (FIGURA 54). Um usuário é selecionado aleatoriamente, executa um teste específico e seu resultado é avaliado. De acordo com a descrição prévia esperada do teste, podemos afirmar se há sucesso ou não.

As características analisadas neste teste mostram os tópicos (atividades) mais relevantes encontrados no sistema como: robô contornando um objeto, robô contornando dois objetos, robô saindo de um canto andando para trás, movimentar o robô em um local com diversos objetos, movimentação do robô em uma casa, primeiros comandos para o robô e teste com o sensor ultrassônico, todos com controle via sistema web.

Teste	Testador	Descrição do teste	Resultado
Vídeo 1 – Contornando um objeto.	Alan Duarte dos Santos	Conectar-se ao robô via sistema WEB e fazer com que ele contorne um objeto sem que ocorram colisões.	O testador conseguiu contornar o objeto sem colidir com o mesmo controlando através do sistema WEB.
Vídeo 2 – Contornando dois objetos.	Alan Duarte dos Santos	Conectar-se ao robô via sistema WEB e fazer com que ele se movimente entre dois objetos sem que ocorram colisões.	O testador conseguiu movimentar o robô entre dois objetos, sem colidir com nenhum deles.
Vídeo 3 – Saindo de um canto, andando para trás.	Alan Duarte dos Santos	Controlando o robô via sistema, o testador deve entrar em um beco e sair andando para trás.	O testador conseguiu executar os movimentos propostos, porém o robô começou a trepidar logo após andar para trás.
Vídeo 4 – Movimentar o robô em um local com diversos objetos.	Alan Duarte dos Santos	Conectar-se ao robô via sistema WEB e fazer com que ele se movimente em um ambiente com diversos objetos sem que ocorram colisões.	O testador conseguiu movimentar o robô entre os objetos, sem colidir com nenhum deles.
Vídeo 5 – Movimentação em uma casa	Juli Rodrigues	Conectar-se ao robô via sistema WEB, controlar o robô em uma casa, desviando de objetos da casa.	A testadora conseguiu comandar o robô, desviando dos obstáculos, após um movimento para a esquerda o robô trepidou por 3 segundos
Vídeo 6 – Primeiros comandos para o robô	Carlos Miranda	Primeira conexão com o sistema e o robô	O testador efetuou alguns movimentos, ainda na fase de análise da velocidade adequada e dos movimentos para o robô

Vídeo 7 – Teste com sensor ultrassônico	Jéssica Gronovicz	Robô autônomo com sensor ultrassônico	O robô anda até a parede identifica a parede e desvia da parede
---	-------------------	---------------------------------------	---

QUADRO 29 – RESULTADO PROCESSO DE TESTES INTEGRAÇÃO ROBÔ – SISTEMA

Apesar da capacidade de manutenção do sistema não ter sido enfatizada como um critério importante para a aceitação do *software* ela mostra-se necessária, em virtude das modificações contínuas na área.

Como considerações finais pode-se afirmar que a realização de pesquisas para o crescimento na área somente é possível com a utilização das ferramentas proporcionadas pela Informática, que é um ponto de confluência entre diversas disciplinas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS DO PROJETO

A proposta do projeto que consistia na construção de um dispositivo de segurança e entretenimento chamado PIA Robot, foi atingida. E o aprofundamento sobre as principais linhas deste estudo, computação e engenharia elétrica. A metodologia proposta mostra a concepção do robô e as formas de interação com o ambiente que o robô se encontra. Dessa forma, avalia-se que o objetivo geral e os objetivos específicos propostos no Capítulo 1 foram todos alcançados. Sendo a principal relevância deste projeto, a concepção de uma aplicação web para controlar um robô e, o uso de sistema embarcado para a construção do mesmo e programação de sua autonomia.

Além disso, é importante notar que o impacto de um robô na casa de um cidadão altera a rotina da vida das pessoas. O robô pode se tornar um membro da família ou um empregado.

Para estudos posteriores, é possível a criação de métodos de processamento de imagens, como o de reconhecimento de voz, face e comandos através de gestos. O uso de algoritmo genético também pode criar mais autonomia para o robô.

O PIA Robot foi projetado com portabilidade de receber novas funções e futuras versões. O projeto do robô apresentado nesse momento, pode futuramente estender sua pesquisa para um estudo mais específico na relação homem x robô e, a sua validação na interação com criança e adultos. Além disso, novas tecnologias podem ser incorporadas nesse projeto, como por exemplo, o uso do Android e de outros dispositivos eletrônicos de controle e de comunicação.

REFERENCIAS

AARON, M. **Graphic design for electronic documents and user interfaces**. p. 288. New York, 1992.

Aldebaran Robotics. 2012. Disponível em: <<http://www.aldebaran-robotics.com/en/>>. Acesso em 15/11/2012.

HONDA. 2012. **Asimo Robot**. Disponível em: <<http://world.honda.com/ASIMO/>>. Acesso em: 01/04/2012.

ASSIMOV, I. **Manual de Robótica**. 56ª. Edição, 1967.

BANZI, M. **Getting Started with Arduino**. 2009

Boston Dynamics. 2012 Disponível em <<http://www.bostondynamics.com/>>. Acesso em 20/11/2012 .

BOSTON HERALD. DA: **Blood-stained wipes, pillow, blanket found in baby's room**. 2013. Disponível em <http://bostonherald.com/news_opinion/local_coverage/2013/01/da_blood_stained_wipes_pillow_blanket_found_baby%E2%80%99s_room>. Acesso em 30/01/2013.

DARPA. 2012. Disponível em <<http://www.darpa.mil/NewsEvents/Releases/2012/09/05.aspx>>. Acesso em 15/10/2012.

DEVELOPER ANDROID. 2012. Disponível em <<http://developer.android.com/sdk/ndk/index.html>>. Acesso em 10/01/ 2013.

GARAGE, W.**Robots**. 2012. Disponível em: <<http://www.willowgarage.com/>>. Acesso em 23/02/2013

Giraff. 2010. Disponível em <<http://www.giraff.org/>>. Acesso em 10/12/2012.

LabiUtil. Disponível em: <<http://www.labiutil.inf.ufsc.br/ergolist/>>. Acesso em 18/01/2013.

MEADOWS. **We, RobotsII, Pensamento**. 1ª Ed. Cultrix LV, p. 223-246, 2011.

MICHAUDA, F; BOISSY, P; LABONTÉ, D; BIÈRE, S; PERREAULT, K; CORRIVEAU, H; GRANT, A; LAURIA, M. **Exploratory design and evaluation of a homecare teleassistive mobile robotic system**.

Nasa. 2012. Disponível em <http://www.nasa.gov/audience/foreducators/robotics/home/index.html>>. Acesso em 07/08/2012

Não Robot for Research. Disponível em: <<http://www.aldebaran-robotics.com/en/Solutions/For-Research/introduction.html>>. Acesso em: 05/04/2012.

PRATT, G. **Autonomous Robotic.** 2012. Disponível em: <http://www.darpa.mil/Our_Work/DSO/Personnel/Dr_Gill_Pratt.aspx> Acesso em 13/01/2013.

OPENCV. 2012. Disponível em <<http://code.opencv.org/projects/opencv/wiki/OpenCV4Android>>. Acesso em 20/12/2012.

RIVIN, E. **Mechanical Design of Robots.** 1ª Ed., McGraw-Hill Inc, New York, 1988.

Robocup Competições. Disponível em: <<http://www.robocup2012.org>>. Acesso em: 17/04/2012.

RoboCup 2011. Disponível em: <<http://www.robocup2011.org/en/content.asp?PID={56FB3757-2D1A-4360-AA22-C922A56F5948}&PageFn=Results>>. Acesso em 07/05/2012.

RoboCup 97. 1997. Disponível em <<http://www.sonyosl.co.jp/person/kitano/RoboCup/RoboCup97.html> >. Acesso em 07/05/ 2012.

SANTOS, W; BATISTA, R; SILVA, R. **Desenvolvimento De Um Robô Autônomo: Detector De Obstáculos.** Instituto de Estudos Superiores da Amazônia, 2011.

SEN, R; ABLESON, W. F; KING, C. **Android Em Ação.** 3ª Ed. 2012

SHARKEY, A; SHARKEY, N. **Granny and the robots:** ethical issues in robot care for the elderly.

SILVA, S. S. **HTML 5:** A linguagem de marcação que revolucionou a web. p. 20. Novatec, São Paulo, 2011.

Telecom Tutorial Arduíno. Disponível em <http://www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/tutoriais/arduino/Tut_Arduíno.pdf>. Acesso em 02/09/2012.

This is why we must invest in ourselves! 2012. Disponível em <<http://scienceblogs.com/startswithabang/2012/08/06/this-is-why-we-must-invest-in-ourselves/>>. Acesso em 04/07/ 2012.

UFSM. **Design e Usabilidade.** 2012. Disponível em <<http://www-usr.inf.ufsm.br/~cassio/cidade/etapas/index.html>>. Acesso em 20/09/2012.

WADA. 2011. Disponível em:

<http://www.tuat.ac.jp/~mech/english/research_robotics2.html>. Acesso em 24/11/2012

ZUBRIN, R. 2012. **Robotics** Disponível em:

<<http://www.thenewatlantis.com/publications/the-human-explorer>>. Acesso em 25/10/2012

APÊNDICE A – DICIONÁRIO DE DADOS

Acao: Entidade que armazena as ações que o robô pode executar.			
Atributo	Descrição	Tipo	Restrição
Cod_acao	Atributo que identifica o código de identificação do componente.	Integer	PK
Cod_pergunta	Atributo que representa uma pergunta. Chave estrangeira que referencia o atributo "Cod_pergunta" da entidade Pergunta.	Integer	FK
Cod_resposta	Atributo que representa uma resposta. Chave estrangeira que referencia o atributo "Cod_resposta" da entidade Resposta.	Integer	FK
Descricao	Atributo que representa a descrição da ação.	Varchar(128)	
Acao	Atributo que representa a ação do robô.	Varchar(32)	Não nulo

Acesso_robô: Entidade que armazena a relação entre Usuario e Robo. Relação muitos pra muitos.			
Atributo	Descrição	Tipo	Restrição

Cod_robô	Atributo que faz parte da PK desta entidade. Chave estrangeira que referencia o atributo " Cod_robô" da entidade Robô.	Integer	PK, FK
Cod_usuario	Atributo que faz parte da PK desta entidade. Chave estrangeira que referencia o atributo " Cod_usuario" da entidade Usuario.	Integer	PK, FK
Proprietario	Atributo que representa se o usuário é o proprietário do robô.	Boolean	Não nulo
Cadastra_acesso	Atributo que representa se o usuário tem permissão de cadastrar outros usuários para acessar o robô.	Boolean	Não nulo
Verifica_historico	Atributo que representa se o usuário tem permissão de visualizar o histórico de ações do robô.	Boolean	Não nulo
Controla_robô	Atributo que representa se o usuário tem permissão de realizar o controle remoto do robô.	Boolean	Não nulo
Visualiza_camera	Atributo que representa se o usuário tem permissão de visualizar a câmera do robô em tempo real.	Boolean	Não nulo

Componente: Entidade que armazena os componentes que fazem parte de um robô.			
Atributo	Descrição	Tipo	Restrição
Cod_componente	Atributo que identifica o código de identificação do componente.	Integer	PK
Nome	Atributo que representa o nome do componente.	Varchar(64)	Não nulo
Descricao	Atributo que representa a descrição do componente.	Varchar(128)	

Componente_robô: Entidade que armazena a relação entre Componente e Robo. Relação muitos pra muitos.			
Atributo	Descrição	Tipo	Restrição
Cod_robô	Atributo que faz parte da PK desta entidade. Chave estrangeira que referencia o atributo " Cod_robô" da entidade Robo.	Integer	PK, FK
Cod_componente	Atributo que faz parte da PK desta entidade. Chave estrangeira que referencia o atributo "Cod_componente" da entidade Componente.	Integer	PK, FK
Quantidade	Atributo que representa a quantidade do mesmo componente que faz parte	Integer	Não nulo

	do robô.		
--	----------	--	--

Estado_robô: Entidade que armazena os estados do robô. Ex: Ligado e Desligado.

Atributo	Descrição	Tipo	Restrição
Cod_estado_robô	Atributo que identifica o código de identificação do estado do robô.	Integer	PK
Estado	Atributo que representa o estado do robô.	Varchar(32)	Não nulo
Descrição	Atributo que representa uma breve descrição sobre o estado do robô.	Varchar(128)	

Genero: Entidade que armazena os tipos de gêneros para as perguntas, utilizada para separar perguntas para pessoas do sexo masculino e feminino.

Atributo	Descrição	Tipo	Restrição
Cod_genero	Atributo que identifica o código de identificação do gênero.	Integer	PK
Genero	Atributo que representa o gênero, utilizando uma letra apenas 'f' ou 'm'	Varchar(1)	Não nulo

Robo: Entidade que armazena os dados dos robôs do sistema.			
Atributo	Descrição	Tipo	Restrição
Cod_roboto	Atributo que identifica o código de identificação do robô.	Integer	PK
Ip_roboto	Atributo que representa o endereço de ip do robô. Utiliza números e símbolos.	Varchar(32)	
Nome	Atributo que representa o nome do robô.	Varchar(32)	
Cod_estado_roboto	Atributo que representa um estado do robô. Chave estrangeira que referencia o atributo "Cod_estado_roboto" da entidade Estado_roboto.	Integer	FK, Não nulo

Tipo_componente: Entidade que armazena os tipos de componentes do sistema. Ex: Sensor e Microprocessador.			
Atributo	Descrição	Tipo	Restrição
Cod_tipo_componente	Atributo que identifica o código de identificação do tipo de componente.	Integer	PK
Tipo	Atributo que representa o tipo de componente.	Varchar(32)	Não nulo;

Descricao	Atributo que representa uma breve descrição sobre o tipo de componente.	Varchar(128)	
-----------	---	--------------	--

Tipo_usuario: Entidade que armazena os tipos de usuários do sistema. Ex: Administrador e Usuário.

Atributo	Descrição	Tipo	Restrição
Cod_tipo_usuario	Atributo que identifica o código de identificação do tipo de usuário.	Integer	PK
Tipo	Atributo que representa o tipo de usuário.	Varchar(32)	Não nulo;
Descricao	Atributo que representa uma breve descrição sobre o tipo de usuário.	Varchar(128)	

Usuario: Entidade que armazena os dados dos usuários do sistema.

Atributo	Descrição	Tipo	Restrição
Cod_usuario	Atributo que identifica o código de identificação do usuário.	Integer	PK
Cpf	Atributo que representa o CPF do usuário. Apenas números.	Varchar(11)	Não nulo
Nome	Atributo que representa o	Varchar(64)	Não nulo

	nome do usuário.		
Data_nascimento	Atributo que representa a data de nascimento do usuário.	Date	
Email	Atributo que representa o email do usuário.	Varchar(128)	Não nulo
Cep	Atributo que representa o CEP do usuário. Apenas números.	Varchar(8)	Não nulo
Endereco	Atributo que representa a rua da residência do usuário.	Varchar(128)	Não nulo
Numero	Atributo que representa o numero da residência do usuário.	Varchar(6)	Não nulo
Complemento	Atributo que representa o complemento do endereço.	Varchar(128)	
Bairro	Atributo que representa o bairro que o usuário reside.	Varchar(64)	
Cidade	Atributo que representa a cidade que o usuário reside.	Varchar(64)	Não nulo
Estado	Atributo que representa o estado que o usuário reside.	Varchar(2)	Não nulo
Telefone	Atributo que representa o	Varchar(10)	

	telefone do usuário. Apenas números constando o código de área.		
Login	Atributo que representa o login do usuário.	Varchar(32)	Não nulo
Senha	Atributo que representa a senha para o login do usuário.	Varchar(32)	Não nulo
Cod_tipo_usuario	Atributo que representa um tipo de usuário. Chave estrangeira que referencia o atributo "Cod_tipo_usuario" da entidade Tipo_usuario.	Integer	Não nulo, FK.

APÊNDICE B – CÓDIGO ARDUINO – WIFI

Neste apêndice há os códigos utilizados no PIA Robot.

```
#include <WiShield.h>

// Wireless

unsigned char local_ip[] = {169,254,0,200}; // IP WiShield
unsigned char gateway_ip[] = {}; // gateway IP
unsigned char subnet_mask[] = {255,255,0,0}; // mascara
char ssid[] = {"juli"}; // max 32 bytes
unsigned char security_type = 0; // 0 - open; 1 - WEP; 2 - WPA; 3 - WPA2

// WPA/WPA2

const prog_char security_passphrase[] PROGMEM = {"33492568"}; // max 64 caracteres

// WEP 128-bit

prog_uchar wep_keys[] PROGMEM = {

    0x30, 0x30, 0x30, 0x30, 0x37, 0x37, 0x30, 0x30, 0x30, 0x30

};

#define WIRELESS_MODE_INFRA    1
#define WIRELESS_MODE_ADHOC    2

unsigned char wireless_mode = WIRELESS_MODE_ADHOC;

unsigned char ssid_len;

unsigned char security_passphrase_len;

extern char inbuffer[20];

void setup(){

    Serial.begin(9600);

    WiFi.init();
```

```
}
```

```
void loop(){  
  WiFi.run();  
  char letra = inbuffer[0];  
  Serial.print(letra);  
  delay(100);  
}
```

- CÓDIGO ARDUINO – PIA ROBOT

```
#include <Ultrasonic.h>  
  
#define echoF 6  
#define trigF 7  
#define echoE 4  
#define trigE 5  
#define echoD 10  
#define trigD 9  
#define speed 95  
#define leftled 2  
#define rightled 8  
  
boolean modoM = false;  
  
Ultrasonic ultrasonicF(trigF,echoF); // TRIG, ECHO  
Ultrasonic ultrasonicE(trigE,echoE); // TRIG, ECHO
```



```
Ultrasonic ultrasonicD(trigD,echoD); // TRIG, ECHO
```

```
int speedPinA = 11;
```

```
int speedPinB = 3;
```

```
int dirPinA = 13;
```

```
int dirPinB = 12;
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  pinMode(echoD, INPUT);
```

```
  pinMode(trigD, OUTPUT);
```

```
  pinMode(echoF, INPUT);
```

```
  pinMode(trigF, OUTPUT);
```

```
  pinMode(echoE, INPUT);
```

```
  pinMode(trigE, OUTPUT);
```

```
  pinMode(dirPinA, OUTPUT);
```

```
  pinMode(speedPinA, OUTPUT);
```

```
  pinMode(dirPinB, OUTPUT);
```

```
  pinMode(speedPinB, OUTPUT);
```

```
  pinMode(leftled, OUTPUT);
```

```
  pinMode(rightled,OUTPUT);
```

```
}
```

```
void loop()
```

```
{
```

```
if(Serial.available()){ // se estiver ativado a comunicação
char letra = Serial.read();
Serial.print(letra);
if(letra == 'a'){
    modoM = false;
    autonomo();
} else if(letra == 'm'){
    modoM = true;
}
if(modoM == true){
if(letra == 'f'){
    FORWARD();
}
if(letra == 's'){
    STOP();
}
if(letra == 'd'){
    FORWARD_RIGHT();
}
if(letra == 'e'){
    FORWARD_LEFT();
}
if(letra == 'r'){
    BACK();
}
```

```
}
```

```
}
```

```
}
```

```
void FORWARD()
```

```
{
```

```
    analogWrite(speedPinA, speed);
```

```
    analogWrite(speedPinB, speed);
```

```
    digitalWrite(dirPinA, LOW);
```

```
    digitalWrite(dirPinB, HIGH);
```

```
    delay(50);
```

```
}
```

```
void BACK()
```

```
{
```

```
    analogWrite(speedPinA, speed);
```

```
    analogWrite(speedPinB, speed);
```

```
    digitalWrite(dirPinA, HIGH);
```

```
    digitalWrite(dirPinB, LOW);
```

```
    delay(50);
```

```
}
```

```
void STOP()
```

```
{
```

```
    analogWrite(speedPinA, 0);
```

```
    analogWrite(speedPinB, 0);
```

```
    digitalWrite(dirPinA, LOW);
```

```
    digitalWrite(dirPinB, LOW);
```

```
}
```

```
void FORWARD_RIGHT()
```

```
{
```

```
    analogWrite(speedPinA, speed);
```

```
    analogWrite(speedPinB, speed);
```

```
    digitalWrite(dirPinA, HIGH);
```

```
    digitalWrite(dirPinB, HIGH);
```

```
}
```

```
void FORWARD_LEFT()
```

```
{
```

```
    analogWrite(speedPinA, speed);
```

```
    analogWrite(speedPinB, speed);
```

```
    digitalWrite(dirPinA, LOW);
```

```
    digitalWrite(dirPinB, LOW);
```

```
}
```

```
int ultrasonicoE()
```

```
{
```

```
    digitalWrite(trigE, LOW);
```

```
    delayMicroseconds(2);
```

```
    digitalWrite(trigE, HIGH);
```

```
    delayMicroseconds(10);
```

```
    digitalWrite(trigE, LOW);
```

```
    int cm = (ultrasonicE.Ranging(CM));
```

```
    return cm;
```

```
}
```

```
int ultrasonicoD()
{
    digitalWrite(trigD, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigD, HIGH);
    delayMicroseconds(10);

    digitalWrite(trigD, LOW);
    int cm = (ultrasonicD.Ranging(CM));
    return cm;
}
```

```
int ultrasonicoF()
{
    digitalWrite(trigF, LOW);
    delayMicroseconds(2);
    digitalWrite(trigF, HIGH);
    delayMicroseconds(10);
    digitalWrite(trigF, LOW);
    int cm = (ultrasonicF.Ranging(CM));
    return cm;
}
```

```
void autonomo(){
    int distD = ultrasonicoD();
    int distE = ultrasonicoE();
    int distF = ultrasonicoF();
```

```
if(distF >= 50)
{
    FORWARD();
}
else
{
    if(distD < 50)
    {
        FORWARD_LEFT();
    }
    if(distE < 50)
    {
        FORWARD_RIGHT();
    }
    if(distF < 50)
    {
        BACK();
    }
}
}
```